

ابحاث في ضوء العلم الحديث

( ٥ )

# أسرار الذرة

تأليف  
أُميد شمشك

ترجمة  
أورخان محمد علي

سلسلة الحوادث - هاتف ٤١٥٢٦٨٥

بحث في ضوء العلم الحديث

( ٥ )

# أسرار الدرة

تأليف

اميد شمشك

ترجمة

اورخان محمد علي

شبكة كتب الشيعة



shiabooks.net

رابطہ یڈیل < mktba.net

## الفهرست

٥	مقدمة المترجم
٧	المقدمة
	المدخل
٩	نعيش في عالم من الفراغ
	الفصل الاول
	خميرة كل شيء :
١٧	مادة واربع قوى
	الفصل الثاني
	العناصر والمركبات
٢٧	كيف ينشأ هذا العالم من حولينا ؟
	الفصل الثالث
	المادة المضادة
٤١	الجسيمات التي تفني احداها الاخرى
	الفصل الرابع
	جسيمات اصفر ٠٠٠ فاصفر
٤٧	الذرة : البئر التي لا يرى قاعها
	الفصل الخامس
	الاشعاع
٦١	الزلازل داخل الذرة

## الفصل السادس

### الانشطار النووي

٧١ اساس القنبلة النووية

## الفصل السابع

### الاندماج النووي

٧٧ القنابل الهيدروجينية المنفجرة في الشمس

## الفصل الثامن

### الموجات

٨١ اية اعمال تنجزها ذرة هواء واحدة

## الفصل التاسع

### الطيف الكهرومغناطيسي

٩٥ كل الاضواء تتأ نفس العمل

## الفصل العاشر

### نظرية الكم

١٠٨ الجرعة حسب الحاجة

## كلمة اخيرة

١١٣ جنون ام علم ؟

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## مقدمة المترجم

قبل قراءة هذا الكتاب كنت اعتقد بان الغاية والقصد يظهران في  
دنيانا بشكل واضح وجلي في الأحياء فقط : في الخلية بتركيبها المجيب  
وبمعامليها السديدة وبوظائفها المدهشة ، وفي الدماغ الانساني بمراكزه  
واعصابه وتوصيلاته واستيمابه المذهل للرسائل (١) ... في الزهرة  
المطرة ... وفي جناح الفراشة الملون ... في الفرائز العجيبة والمحيرة  
المحيوانات ....

ولكن قلما انتبهت الى الروعة المخبوءة في المادة الجامدة المنة ...  
حتى قرأت هذا الكتاب ...

فاذا بي اكتشف عالما من الروعة ... والدقة ... والتخطيط ...  
مخبوءاً في اصغر لبنة من اللبنات التي صنع منها هذا الكون بنجومه ...  
وشمسونه ... واقماره ... نباتاته وحيوانه وانسانه ...

هذه الذرة ... ما اعجبها واروعها !..

وما أدق القوانين التي تحكمها !.

---

(١) قابلية وسعة استلام الرسائل في الدماغ يفوق عدد الذرات الموجودة  
في الكون بملايين المرات . لان عدد الذرات المخمن وجودها في  
الكون كله يساوي  $10^{79}$  ذرة تقريبا بينما تبلغ قابلية استلام الدماغ  
لِلرسائل  $10.000.000.000$  رسالة .

وما اروع تخطيط وتوزيع القوى التى تعمل فيها !!  
قوة الجاذبية ... سمح لتأثيرها بالامتداد من الذرة الى انفاذي  
الكون لكي تقوم بوظيفة توازن الاجرام السماوية في مداراتها ، وضمن  
حركاتها المعقدة ...

القوة الكهرومغناطيسية ... مسموح لها ان تعمل داخل الذرة  
فقط للاحتفاظ بالالكترونات في مداراتها ... ولو سمح لتأثيرها بالخروج  
خارج الذرة لما كان هناك كون ولا حياة ...

القوة النووية ... تعمل في نواة الذرة فقط ، ولا يسمح لتأثيرها  
بتسدي هذا المجال والا لما كان هناك كون ولا حياة ...

من الذي رسم هذه الحدود ... وحبس هذه القوى ... وإطاع  
تلك ؟ ميزان دقيق ... دقيق ... ليس بمستوى غرام واحد مثلا ...  
بل بمستوى اجزاء الذرة ...

حساب من هذا ؟ وميزان من هذا ؟

أحساب الطبيعة ؟

أم حساب الصدفة ؟

ان الاعتقاد بالصدفة لهو اكبر اهانة للمقل الانساني ...  
فاذا استطاع هذا الكتاب ان يفتح امامك طريقاً للتأمل ... وللتفكير  
... وللانهار ...

واذا استطاع ان يفتح امام ناظرين كوة اخرى على حقائق  
الكون .. وعلى روعته ...

فانه يكون بذلك قد حقق هدفه وغايته .

اورخان محمد علي

## المقدمة

يقول ( رالف سوكمان Rolf Sockman ) : « كلما كبرت جزيرة العلم ... طال وامتد شواطئ الحيرة والتساؤل ، ويمكن ملاحظة هذه الحقيقة في حياة جميع العلماء الذين حفروا أسماءهم على لوحة التاريخ ، فالمعرفة والتساؤل كانا دائماً كلمتين تحملان نفس المعنى عندهم ، أما الآن فإننا نرى في بعض الاوساط ( التي تلتصق لنفسها صفة العلم ) عكس هذا تماماً ، فالتساؤل يعتبر عندهم صفة للجهل ، اذ يرون انه ما من شيء في عالمنا هذا وفي كيفية عمله يدعو للتساؤل او للاعجاب او للذهول ، فشكل شيء يجري ضمن قوانين معلومة ، فاذا اكتشفنا هذه القوانين ، فما الداعي ان للاعجاب او للاندهاش ؟

أجل !... صحيح ان كل شيء يجري ضمن قوانين معلومة ، وما موضوع كتابنا هذا الا شرح لنظام الكون الرائع المتجلى في عالم الذرة التي يبلغ قطرها جزءاً من مائة مليون جزء من السنتيمتر .

الا يدعو هذا النظام المؤسس بهذه الدقة وبهذه الروعة الى الانبهار ؟ ان عمالقة العلم امثال نيوتن وآينشتاين لم يملكوا انفسهم من الانبهار ، ومن الثعور باحاسيس الاجيل لصاحب القدرة والمظمة في هذا الكون ، لذا

فان الذين لا تتحرك مشاعرهم ، والذين يمرون بكل شيء دون مبالاة ودون التفات ودون احساس ، لا يبرهنون على خلو الكون من المعاني ، بل يبرهنون على خلوهم وخلو حياتهم من اي معنى ، ويدللون على مدى سطحيته .

وفي هذا الكتاب الذي بين ايديكم عندما تم - وبايجاز - شرح كيف ان عالماً كاملاً بكل عظمته قد حشر داخل ذرة صغيرة جداً ، فقد بذلت عناية خاصة لتجنب الوقوع في اعمال خالق هذا العالم .

فهل يمكن ان يكون هناك اي عذر عند الحديث عن مكتشف قانون : ( الطاقة = الكتلة  $\times$  مربع سرعة الضوء ) ان تنسى واضع هذا القانون ؟

لا عذر هناك اطلاقاً ....

ولا عذر اصلاً لعدم الايمان ، اذ ان عدم القدرة على رؤية الخالق من خلال هذه الذرة التي أعطيت لها صفة ووظيفة تشكيل اللبنة الاساس للكون بما فيه من جماد ومن حياة ... عدم القدرة هذه ليست نتيجة تفكير ، بل نتيجة العناد على عدم التفكير .

وهدف هذه السلسلة العلمية هو الدعوة الى التفكير ، واحلال التفكير محل التعصب الفكري الذي اصبح «موضة» وعلامة من علامات مرض عصرنا الحالي .



## المدخل نعيش في عالم من الفراغ

بذلت الانسانية طوال عصور عديدة جهوداً مضنية ودؤوبة للكشف عن جوهر أو عن اللبنة الاولى التي تشكل مختلف أنواع المادة التي يتألف منها الكون ، ولا تزال هذه الجهود تشكل الشاغل الاساس لعلماء الفيزياء المعاصرين •

ونستطيع القول بشكل عام (ان لم تتوغل بشكل أعمق في الموضوع) ان جميع المواد تتكون من الذرات ( Atoms ) التي لها نفس الماهية ، والجسيمات ( Particules ) التي تؤلف ذرة مادة معينة ، هي نفس الجسيمات التي تؤلف ذرات المواد الأخرى ، وكل ما في الأمر ان هذه الجسيمات تتحد بنسب مختلفة فتكون ذرات المواد الاساسية (أي العناصر) المختلفة ، ومن اتحاد هذه الذرات باشكال مختلفة تتكون المواد الأكثر تعقيداً •

ولكن الذرة لا تعتبر المحطة الأخيرة للمادة ، فقد تم اكتشاف العديد من الجسيمات سواء تلك التي تملك كتلا معينة ، أو التي لا تملك أية كتلة أمثال : البروتون ( Proton ) ، النيوترون ( Neutron ) ، الالكترن ( Electron ) ، الميزون ( Meson ) ، النيوترينو ( Neutrino ) ... الخ • ولا تزال عمليات الاكتشاف جارية

ومستمرة ، وبعض هذه الجسيمات تدخل في بناء الذرة وتشكيلها ، وبعضها الآخر لا يظهر الا في التفاعلات الداخلية للذرة أو في التفاعلات الجارية بين الذرات ، والبعض الآخر يظهر في الاشعاع الكوني الذي ينهال علينا من الفضاء .

إضافة الى ما تقدم ، فقد عاد الحديث في السنوات الأخيرة عن «الأنير» الذي كان وجوده مرفوضاً في النصف الأول من هذا القرن ، إذ عاد احتمال وجوده يشغل الأذهان ويستقطب الاهتمام مرة أخرى كمادة تسلاً جميع أرجاء الكون وذو بنية أصغر بكثير من بنية الذرة .

وباختصار ، يمكننا القول ، ان المادة تشبه بئراً عميق القور لا يبدو لها قرار ، فكلما توغلنا فيها ، وكلما تعمقنا لا نصل ولا ندرك نهايتها . وعندما نتوصل الابحاث والدراسات الى جواب لسؤال معين في هذا الموضوع فانها تجلب معها - في الوقت نفسه - اسئلة عديدة واستفهامات جديدة .

ولكن مهما بدت المسألة معقدة ومتشابكة ، ومهما تعددت الجسيمات المكتشفة اثناء بحثنا عن اللبنة الاساسية والنهاية للمادة فلا يزال القانون

2

المشهور لانتاين  $E = MC^2$  (١) صحيحاً ونافذ المفعول حتى الآن .

وكما سنرى في الصفحات القادمة من الكتاب ، فان المادة التي كان يعتقد سابقاً انها لا تفتى ، والتي أضيفت عليها صفة «الأزلية» من قبل البعض نراها تخفي بعد مرورها من سلسلة من الجسيمات المعروفة وغير المعروفة

(١) يمكننا كتابة المعادلة بالعربية كما يلي : الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء (  $E$  = الطاقة =  $M$  الكتلة ×  $C$  = سرعة الضوء ) .

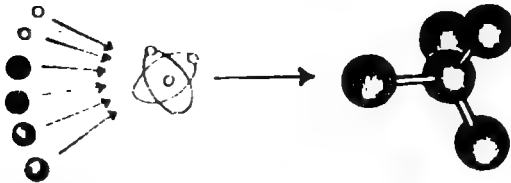
( المترجم )

تأريكة مكانها لمفهوم غامض ومجهول الماعية حتى الآن والذي نطلق عليه اسم ( الطاقة Energy )

لنرجع الى الذرة :

خلقت الذرة ، البالغ قطرها حوالي (  $10^{-10}$  )سم من نواة تتمركز في الوسط ، والكروونات حول هذه النواة . ورغم ان النواة صغيرة الحجم وتشغل جزءاً صغيراً لا يكاد يبين ، الا ان معظم كتلة الذرة تتجمع فيها . يمتلك كل الالكترون من الالكترونات الموجودة في المدارات حول النواة كتلة صغيرة تبلغ ١ : ١٨٣٦ من كتلة النيوترون أو البروتون اللذين يشكلان النواة . أي نستطيع ان نقول ، ان ٩٩.٩٤٪ من كتلة ذرة الهيدروجين - التي تكون من بروتون واحد والكترون واحد - تتمركز في النواة .

اما أوزان الجسيمات التي تشكل نواة الذرة فهي متساوية تقريباً فيما



مادة الكون واحدة . ومن تجمع اجزاء هذه المادة بنسب مختلفة تظهر الجسيمات المختلفة . ومن اجتماع هذه الجسيمات بأشكال مختلفة تظهر الجزيئات وعلى اساس هذه الجزيئات اقيم بناء هذا العالم الذي يصعب عد وحصر احيائه وماده .

$$(٢) \quad 10^{-10} \text{ سم} = \frac{1}{10000000000} \text{ سم} = \frac{1}{10000000000} \text{ سم}$$

بينها ، اذ تبلغ كتلة البروتون (  $1.673 \times 10^{-24}$  ) غم ، أي ان وزن البروتون الواحد يقارب جزءاً من مليون  $\times$  مليار  $\times$  مليار جزء من الغرام ، اما كتلة النيوترون فتبلغ  $1.675 \times 10^{-24}$  غم .

ويقدر حجم النواة بـ (  $10^{-13}$  سم ) ، واذا ما قارنا النواة مع قطر الذرة البالغ (  $10^{-8}$  سم ) فاننا نلاحظ ان النواة تشغل جزءاً يبلغ ( ١ : ١٠٠٠٠٠ ) فقط من حجم الذرة .

ولو شبهنا الذرة بكرة ، ثم قمنا بملئها تماماً بنوى الذرات لاحتجنا الى (  $10^{10}$  ) من هذه النوى .

أما ان قمنا بتشبيه الذرة بالنظام الشمسي ، واعتبرنا الشمس نواة والأرض احد الالكترونات فسنرى ان الأرض يجب ان تبعد عن الشمس ( ٥٠٠ ) مرة ضعف بعدها الحالي ، الذي يقدر بـ ( ١٥٠ ) مليون كم .

ويمكن القول ، بان الذرة - التي هي حجر الاساس للكون بأكمله - ليست الا عبارة عن فراغ ، مثلها في ذلك مثل الكون ، ولا نبالغ عندما نقول ، أن أجسامنا وكل ما نشاهده من حولنا متكونة من عوالم فارغة تقريباً .

لاشك ان هناك حكماً عديدة ، واسباباً ووجهة جداً في وضع فراغات كبيرة داخل الذرة ، سنقوم باستعراضها في الصفحات المقبلة من الكتاب ، عند دراسة وشرح الفعاليات الموجودة داخل الذرة ، والموجودة بين الذرات كذلك ، ولكننا سنكتفي هنا بالإشارة الى حكمة واحدة من تلك الحكم :

يمكن التوصل والبرهنة على ان حجم نواة ذرة الهيدروجين ( التي لها بروتون واحد ) يساوي  $1 \times 10^{-39}$  سم<sup>3</sup> ، وبما ان وزن البروتون الواحد هو  $10^{-24}$  غم .

اذن فان كثافة النواة ( والتي هي حاصل قسمة الوزن على الحجم )  
 تساوي  $21^{10} \div 31^{10} = 10^{10}$  غم/سم<sup>3</sup> .

لنقارن الآن هذه النتيجة بمثال ملموس لتقريبها الى الأذهان :

لنأخذ (١)سم<sup>3</sup> من الماء ( أي ملء ملعقة شاي ) ، نجد ان وزنه يساوي  
 غراماً واحداً ، فلو فرضنا ان هذه الكمية القليلة من الماء مملوءة تماماً  
 بنوى ( جمع نواة ) الاوكسجين والهيدروجين دون ان يبقى هناك اي فراغ  
 على الاطلاق فانتا ستجد ان وزن ١سم<sup>3</sup> من هذا الماء يبلغ  $10^{10}$  غم أي  
 مليار طن !! ومثل هذه الكثافة لا يمكن مشاهدتها الا في النجوم  
 النيوترونية (١) .

اذن فان الذرة التي ألقينا على بنيتها نظرة عجلت تشبه نظاماً شمسياً  
 مصغراً ، وهذا النمط من التعريف يفيد جداً لتجسيم الذرة في خيالنا .

وجدير بالذكر ، ان هناك فروقاً معينة بين النظام الشمسي وبين  
 الذرة ، أقلها هي الفروق الموجودة بينهما من ناحية الاداء أو من ناحية  
 كيفية العمل ، وستناول هذه الفروق في الفصول القادمة من هذا الكتاب .

ان هذا النظام الشمسي المصغر ( أي الذرة ) يشكل اللبنة الاساس  
 لجميع الموجودات في الكون اعتباراً من الهواء الذي تنفسه ... الى أصغر  
 جزء في بؤبؤ العين ... الى الدنيا التي نعيش فيها ... الى الشمس ...  
 الى النجوم النيوترونية ... الى المماثلة الحمراء ( Red Giants ) ..  
 الى كل الموجودات المادية التي نراها أو نحسها أو تصور وجودها .

ان المادة الاساس هي نفسها بالنسبة للكون بأكمله ، ولكن مواداً

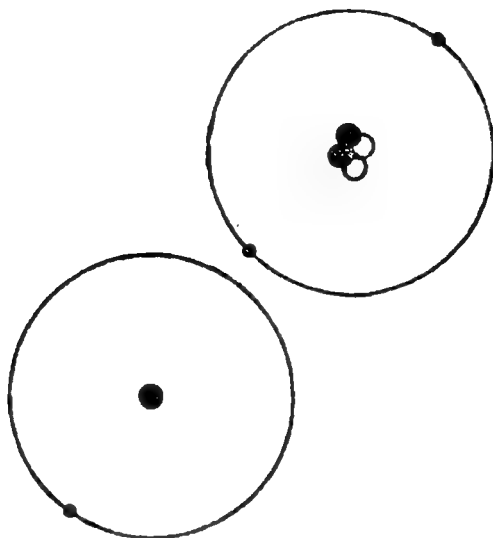
---

(١) ونتوقع وجودها في الثقوب السوداء ايضاً .

( المترجم )

مختلفة وبصفات متباينة تظهر للوجود نتيجة اتحاد هذه المادة الأساس  
بصغير وباشكال مختلفة ، ويتغير آخر فان المادة الواحدة التي تستعملها يد  
القدرة الالهية بمهارة وابداع لا حد له ، تكون مظهراً لتجليات مختلفة  
اختلافاً يفوق خيالنا •

ان أبسط مادة موجودة في الكون ، واوفرها كمية هي عنصر  
الهيدروجين ، الذي تتكون ذرته من بروتون واحد والكترون واحد فقط ،  
اما ذرّة عنصر الهليوم  $He$  وهو أبسط عنصر بعد الهيدروجين - فإنها  
تتكون من زوج من البروتونات ومنها من النيوترونات والالكترونات ،



نرى هنا الذرتين اللتين تشكلان العنصرين الرئيسيين لمكونات شمسنا  
ولمكونات النجوم ، وهما ذرّة الهيدروجين والهليوم •  
تتألف ذرة الهيدروجين من بروتون ومن الكترون ، لذا فهي أبسط  
الذرات • وتأتي بعدها ذرة الهليوم التي تتألف من بروتونين ونيوترونين  
والكترونين •

وكلما اقتربنا من الذرات المعقدة نرى تزايد عدد البروتونات والنيوترونات الموجودة في النواة ، ويلاحظ ان عدد الالكترونات يتزايد بصورة موازية لتزايد البروتونات ، ومن تجمع الذرات تتكون الجزيئات . فمثلا تتكون جزيئة الهيدروجين من ذرتي هيدروجين ، وتتكون جزيئة الماء من ذرتين من الهيدروجين مع ذرة من الاوكسجين ، وتتكون جزيئة ثاني اوكسيد الكربون من ذرتين من الاوكسجين مع ذرة من الكربون ... وهكذا .

أما النجوم المضيفة ، التي تومض وتبرق في وجه السماء ليلا . ينظر أخاذ ورائع ، فليست في الحقيقة الا كتلا كبيرة من الهيدروجين والهليوم . اما النشاطات والفعاليات والعمليات التي تجري في أجسامنا والتي تؤمن استمرارية ودوام حياتنا فانها عبارة عن الفعاليات والتفاعلات الجارية بين الذرات وبين الجزيئات .

والآن ... أترغبون بمعرفة عدد هذه المظومات النسيبة المصفرة (١) التي تدخل الى الرئتين عند كل عملية تنفس ؟

ان قمنا بضرب عدد نفوس مدينة استانبول (٢) في نفسه مرتين سنحصل على عدد يقارب عدد الذرات التي يحتويها ستمتر مكعب واحد فقط من الهواء وليس ما يحتويه الهواء الذي يملأ الرئتين .

ومع ذلك فان جزيئات الهواء الذي نستشقه ( والذي يدخل الرئتين على شكل غاز ) تكون متخلخلة وتحرك بحرية داخل الرئتين . ولهذا

(١) يقصد الذرات .

( المترجم )

(٢) يبلغ عدد نفوس استانبول (٦-٥-٦٠ مليون نسمة تقريبا .

( المترجم )

فان كل غاز يتوسع حتى يأخذ شكل الأناء المطلق الذي يحتويه . اما ان ترك له المجال فسيستمر حوالى الأناء .

أما في حالة السيولة فانه بالرغم من وجود ارتباط معين بين الجزيئات الا ان قوة الارتباط ليست قوية ، لذا فان هذه الجزيئات تكون أيضاً في حالة حركة ، لذا يأخذ السائل ايضاً شكل الأناء الذي يحتويه ، ولكنه لا يتطاير ضمن الهواء - كما في الغاز - ان سكب خارج ذلك الأناء .

أما في حالة زيادة القوة الرابطة بين الجزيئات وبالتالي زيادة الكثافة الى مستويات أعلى فان المادة تكون في الحالة الصلبة . والمواد الصلبة لا تتطاير فيما حوالىها مثل الغاز ، كما لا تأخذ شكل الأناء الذي يحتويها مثل السوائل وانما تحتفظ بشكلها الخاص بها .

ويمكن تغيير حالة المادة بين هذه الحالات الثلاثة بتغيير درجة حرارتها . فاذا أضيفت الحرارة الى مادة صلبة بصورة كافية ، فانها تعمل على اكسابها طاقة تكفي لزيادة المسافة بين جزيئاتها ، وهكذا تبدأ المادة بالتميع والتحول الى حالة سائلة ، وبزيادة حرارة مادة سائلة يمكن اكساب جزيئاتها طاقة كافية لتحويلها الى بخار ، أي تحويل المادة السائلة الى مادة غازية .



## الفصل الاول

### القوى

#### خميرة كل شىء : مادة واربع قوى

والآن لنأت الى القوى ، سواء منها التي تحافظ على الذرة من الداخل ، أو التي تستعمل لأقامة الروابط مع جيرانها • وبفضل استعمال هذه القوى منتهى الدقة والتوازن يتحقق وجود الكون ووجودنا •

وهذه القوى التي يسري حكمها على الوجود المادي ، والتي تؤثر الواحدة منها على الأخرى ، وتتأثر بها هي أربع قوى :

١ - قوة الجاذبية •

٢ - القوة الضعيفة •

٣ - القوة الكهرومغناطيسية •

٤ - القوة النووية •

أضعف هذه القوى هي ، قوة الجاذبية ، وأقواها هي القوة النووية • ولإعطاء فكرة توضيحية عن هاتين القوتين فالتا نمطي المثال التالي :

دعونا نمثل هاتين القوتين بوحدات طول •• ولنفرض ان طول قوة الجاذبية هو ستمتر واحد ، عند ذلك سيكون طول القوة النووية <sup>٢٤</sup>١٠

سنة ضوئية (1) !! أي أكبر من السمة المعروفة للكون بتريونات المرات ،  
وإذا قمنا بمقارنة قوة الجاذبية مع القوة الكهرومغناطيسية ، ومثلنا القوة  
الكهرومغناطيسية بكتلة تساوي كتلة الشمس (  $1.99 \times 10^{30}$  كغم) عند  
ذلك يجب تمثيل قوة الجاذبية بكتلة مقدارها جزء من مليون جزء من  
الفهرام .

ونستطيع توضيح الفروق بين شدة هذه القوى الأربعة كما هو مبدون أدناه باعتبار القوة الكهرومغناطيسية وحدة واحدة .

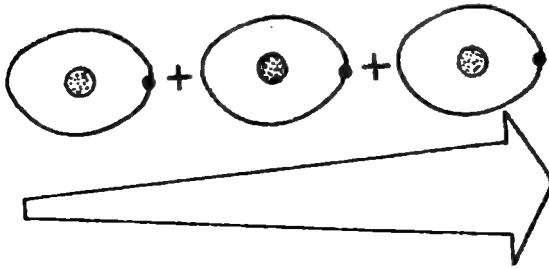
القوة الكهرومغناطيسية = ١  
 القوة النووية =  $10^3$   
 القوة الضعيفة =  $10^{-11}$   
 قوة الجاذبية =  $10^{-39}$

ومن الغريب ان قوة الجاذبية بالرغم من ضآلتها نسبة الى القوى الأخرى فانها هي القوة الوحيدة من بين هذه القوى التي يصل تأثيرها الى مسافات بعيدة وسحيقة في أعماق الكون ، فالقوة التي تملك القمر حول الأرض ، والارض حول الشمس ، والنجوم بشكل مجرات ، والمجرات بشكل كومة أو مجموعة من المجرات ٠٠٠ القوة التي تفعل كل هذه الأمور ، هي قوة الجاذبية وليست القوة الكهرومغناطيسية ولا القوة النووية ، رغم انها تملك قوة تبلغ ألف ضعف القوة الكهرومغناطيسية .

(١) السنة الضوئية : هي المسافة التي يقطعها الضوء في مدة سنة واحدة  
وتساوي  $9.45 \times 10^{17}$  سم =  $9.45 \times 10^{10}$  كم  
 $9.45 \times 10^6$  مليون  $\times$  مليون كم .

( المترجم )

ان قوة الجاذبية الموجودة داخل الذرة ضئيلة جدا بحيث يمكن اهمالها ، ولكن عند تجمع الذرات وكذلك الجزيئات بعضها مع البعض الآخر فان هذه القوة تزداد شيئاً فشيئاً وتتضاعف ، حتى تصل الى مرتبة هائلة من القوة ، بحيث تستطيع - كما في حالة الثقوب السوداء ( Black Holes ) - ابتلاع النجوم الملاقة ، بل ابتلاع الضوء والزمن كذلك .



مع ان قوة الجاذبية تبدو بجانب القوى الاخرى ضعيفة الى درجة كبيرة ، الا انها جهزت بخاصية متميزة عن بقية القوى ، اذ تزداد شدة هذه القوة بتجمع الذرات والجزيئات حتى تصل في النهاية الى درجة تتطلب بها على القوى الاخرى .

تكفي بهذا القدر ولا ندخل في تفاصيل شرح هذه القوة لعدم حاجتنا اليها في مواضع هذا الكتاب .

تأتي القوة الضعيفة في المرتبة الثانية بعد قوة الجاذبية . من ناحية الضعف (١) ويطلق عليها أحياناً اسم « القوة النووية الضعيفة » ، وتظهر

(١) أي ان قوة الجاذبية أضعف القوى - كما قلنا - وتأتي بعدها من ناحية الضعف القوة الضعيفة ...

( المترجم )

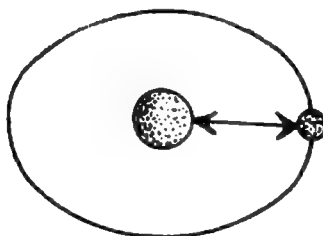
هذه القوة نتيجة لظاهرة تدعى « انحلال بيتا » ، وهي تحول وانحلال النيوترون الى بروتون مع الكترون ونيوترينو ، كما تظهر ايضاً نتيجة بعض الفعاليات الاشعاعية ( سوف نشرح النشاط الاشعاعي في فصل قادم ) . ولا يفوتنا ان نذكر ان مدى تأثير هذه القوة لا يمتدى حدود نواة الذرة .

أما القوة الكهرومغناطيسية ، فان تأثيرها يظهر بين الجسيمات الحاملة للشحنات الكهربائية ، وبواسطة تنظيم الالكترونات في مداراتها حول النواة ، وتماكك وتحد الذرات والجزيئات بعضها مع البعض الآخر . والجسيمات التي تتأثر بهذه القوة هي : البروتون والالكترون ، أما النيوترون فانه متعادل من ناحية الشحنة الكهربائية أي لا تحمل أية شحنة كهربائية كما يفهم من اسمه أيضاً .

القوة الكهرومغناطيسية تظهر بشكل قطب موجب وقطب سالب ، فالأقطاب المتشابهة تتنافر والأقطاب المختلفة تجاذب ، لذا نجد - على الأغلب - الكتروناً ذا شحنة سالبة بجوار البروتون ذي الشحنة الموجبة ، فإذا كانت نواة الذرة مؤلفة من بروتون واحد فاننا نجد الكتروناً واحداً حول مدارها ، اما ان كانت مؤلفة من زوج من البروتون فان المدار التي حولها يجب ان يحتوي على زوج من الالكترونات .

ونحب ان نوضح هنا ، بان الشحنات الموجودة في البروتونات وفي الالكترونات تتوازن فيما بينها توازناً دقيقاً . فمقدار الشحنة الموجودة في البروتون الواحد تساوي تماماً مقدار الشحنة الموجودة في الالكترون الواحد ( ولكن بشحنة مأكسة ) اذ لا نجد هنا أي تأثير للفرق الكبير

بين كتليهما (١) ، أي لا نجد هنا أي تأثير لفرق الكتل بينهما والذي هو  
نسبة ١ : ١٨٣٦ ، ويتعادل شحنتي القطبين المتضادين والمتساويين يتم  
تعادل الذرة من الناحية الكهربائية .



ان قوة الجذب بين الاقطاب المختلفة التي تبديها القوة الكهرومغناطيسية  
تقوم بمسك الالكترونات ذات الشحنة السالبة حول النواة المحملة  
بالشحنة الموجبة .

لنتذكر المقارنة التي سبق وان أجريناها بين القوة الكهرومغناطيسية  
وبين قوة الجاذبية . فمجال وساحة تأثير القوة الكهرومغناطيسية يصل الى  
مسافات بعيدة وتأتي في المرتبة الثانية من ناحية شدة القوة بعد القوة  
النووية ، وبفضل هذه القوة ( أي القوة الكهرومغناطيسية ) تستطيع النواة  
الصغيرة للذرة من المحافظة على دوران الالكترونات في مداراتها التي تبلغ  
أقطارها مئة ألف مرة قطر نواة الذرة .

ومع ان قوة الجاذبية تعتبر قوة ضئيلة بجانب القوة

(١) أي ان الشحنة ليست خاصية من خصائص كتلة المادة كما اعتقد  
البعض ، فلو كانت كذلك لكانت شحنة البروتون اكبر ١٨٣٦ مرة  
من شحنة الالكترون . أي ان طبيعة الشحنة لا تزال سرا غامضا  
حتى الآن .

( المترجم )

الكهرومغناطيسية ، الا انها تستطيع التأثير على النجوم العملاقة وعلى المجرات الهائلة ، ولكننا لا نستطيع ان نقول نفس الشيء بالنسبة للقوة الكهرومغناطيسية ، ذلك لانها تكون في حالة تعادل بين القطبين المتضادين : القطب الموجب والقطب السالب . ويمكن التعبير عن ذلك بشكل تقريبي وبسيط بالقول : ان عدد الأقطاب الموجبة يساوي تماماً عدد الأقطاب السالبة في الكون ، وبذلك فان هذه الأقطاب المتضادة تزيل الواحدة منها تأثير الأخرى . ولو كان هناك أي خطأ مهما كان ضئيلاً وفي مستوى الذرة لكان من المحتمل جداً انقلاب الكون رأساً على عقب .

وهنا قد يتبادر للذهن هذا السؤال :

كيف تتواجد البروتونات الموجبة الشحنة في نواة الذرة معاً وفي حالة تماس تقريبا مع بعضها مع وجود قوة تنافر كبيرة بين الأقطاب المتشابهة ؟!

لو كانت الساحة محصورة على هذه القوة فقط - أي القوة الكهرومغناطيسية - أي لو كانت هي القوة الوحيدة الموجودة ، لكان من المستحيل طبعاً ان يجتمع بروتونان في مكان واحد ، أو في حيز متقارب . لذا كان من اللازم وجود قوة أخرى أشد منها بألف مرة لجمع البروتونات في حيز واحد ، وهكذا ظهرت قوة أخرى مكنت من اجتماع النويات ( وهي البروتونات والنيوترونات ) معاً في نواة الذرة . . . . وهذه القوة هي ، القوة النووية .

تؤثر القوة النووية على كل من البروتون والنيوترون ، والاعتقاد السائد حالياً هو ، ان هذه القوة تخلق نتيجة تحول قسم من كتلة النويات ( البروتون والنيوترون ) الى طاقة . ولهذا يكون الوزن الكلي لنواة اية

ذرة أقل من مجموع الأوزان الفردية للجسيمات التي تؤلف النواة ،  
ويحلل هذا النقص في الكتلة بالقوة النووية .

الخاصية المهمة التي تميز القوة النووية عن القوة الكهرومغناطيسية  
هي ؟ ان مدى تأثيرها لا يتعدى النواة ، وهي تشبه في ذلك ، القوة  
الضعيفة ، ، أي ان الوظيفة الملقاة على عاتق هذه القوة هي المحافظة على  
النواة ككتلة واحدة .

اذن ، فكما تبين اعلاه ، فانه ليس من اليسر ولا من الهين إطلاقاً  
تكون وظهور الذرة ، وليس من اليسر ولا من الهين تشكل الكون  
بأكمله وبنائه من هذه الذرات ، فهناك حساب دقيق جداً ... حساب  
دقيق بمستوى الذرة ، هذا الحساب الدقيق هو الذي يحفظ التوازن في  
الكون الذي يبلغ سحبه المليارات من السنين الضوئية ، وضمن هذا  
الحساب الدقيق تقوم كل قوة بإيفاء الوظيفة الملقاة على عاتقها ، ونقف  
ضمن الحدود المرسومة والموضوعة لها ولا نتخطاها أبداً .

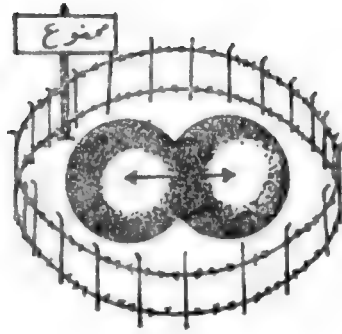
ولفهم هذا الحساب الدقيق والموزون ، دعنا تصور ؟ ماذا كان من  
الممكن ان يحدث لو لم تكن احدى هذه القوى موجودة ، أو لو لم تكن  
موزونة وموضوعة بحساب دقيق :

لو لم تكن القوة النووية موجودة ؟ لما وجدت نواة الذرة ...

ولو لم تكن القوة الضعيفة موجودة ؟ لما كان هناك الكرون ...

ولو لم تكون القوة الكهرومغناطيسية موجودة ؟ لما وجدت الذرة .

ولو لم تكن قوة الجاذبية موجودة ؟ لما وجدت الارض ولا  
الشمس ، ولما وجدنا نحن ...



مع ان القوة النووية تبلغ الف ضعف القوة الكهرومغناطيسية ، الا ان مجال تأثيرها لا تتعدى نواة الذرة ، ووظيفتها ربط الجسيمات الموجودة داخل النواة مع بعضها .

أذن ؟ ففي غياب أية قوة من هذه القوى ، أو عند وجود أي خطأ مهما كان ضئيلاً في حسابها فان ذلك كان يعني فناه الكون بأجمعه .

اذن ؟ فما أروع هذه الهندسة الموضوعة ، وهذا الحساب الدقيق !... هذه الهندسة التي توظف القوة النووية في نفس المكان الذي تتسافر فيه الأقطاب المتشابهة ، فأمنت بذلك تماسك نواة الذرة في كتلة واحدة ... ثم انظروا الى هذا الحساب الرائع ، اذ ان هذه القوة النووية مع كونها أكبر ألف مرة من القوة الكهرومغناطيسية ، الا أنها أمرت بالا يتجاوز تأثيرها نواة الذرة ، بل تبقى ضمن تلك الحدود فقط .

أما القوة الكهرومغناطيسية ( التي تبلغ شدتها أضعاف قوة الجاذبية



بلايين البلايين من المرات (١) ، فانها وظفت بمهمة القيام بربط الذرات والجزيئات وجعلها تتماك مع بعضها البعض فقط ، ولكي لا تخرج عن أداء هذه الوظيفة المحددة لها فقد جعلت الأقطاب المتضادة تتوازن وتتعادل مع بعضها •

أية صفة تستطيع انجاز هذا التعادل ؟!

وأية «طبيعة» (٢) تستطيع عمل مثل هذا الحساب الدقيق ؟!

ومع تابع اكتشاف القوانين التي توضح النظام الرائع في الكون فقد كان من المنتظر ان تزداد حالة الانبهار والاحلال لخالق هذه القوانين ، ولكنه أدى - وهنا الغرابة - الى حالة معاكسة عند البعض ...

هؤلاء البعض اصبحوا يفتشون عن سبب النظام الرائع في الكون في تنايا القوانين السارية في الكون ، وهم بذلك يشبهون ذلك المجنون الذي يفتش عن روعة قطعة موسيقية في التدوين الموسيقي (النوتة) المسجلة على صفحة الورقة •

- لماذا يدور الالكترون حول النواة ؟

- بفضل القوة الكهرومغناطيسية •

- كيف تتواجد النويات في مكان واحد ؟

- بسبب القوة النووية •

هكذا ... وبكل بساطة !!

---

(١) القوة الكهرومغناطيسية =  $3 \times 10^9$  مرة بقدر قوة الجاذبية •

( المترجم )

(٢) يومى المؤلف الى اسناد الملحدين كل شىء الى «الطبيعة» •

( المترجم )

أيعقل ان تنطفئ روعة ظاهرة ما بمجرد ان نكتشف قانونها؟!...  
يمكن أن يمر الأمر هكذا ، وبهذه السطحية؟!.

ان اكتشاف العلاقة بين رنين الجرس وبين تناول الطعام يعتبر مرحلة كافية بالنسبة للحيوان الموضوع تحت التجربة<sup>(١)</sup> ، فهذا الحيوان « لا يفكر » لماذا يعطى له الطعام عندما يذق الجرس ، ولا تتوقع منه ان يبحث عن السبب . أما الانسان ؟ فهو يميل بحكم طبعه وطبيعة تكوينه وخلفه ، الى البحث عن صاحب القوانين التي يكتشفها . فلو سمعنا بان أحدهم استطاع صنع مئات الكيلوغرامات من الحلوى من غرام واحد من الخشب فانتا نقوم باعلان هذا الخبر العجيب الى جميع أرجاء الدنيا ، وان اكتشافا لكيفية قيامه بهذا العمل الخارق لا يقلل من انبهارنا بمهارته ، بل يكون داعياً لزيادة إعجابنا وتقديرنا .

كيف اذن ؟ يستطيع أي انسان ان يكبح مشاعر الإعجاب والانبهار بقدرة الخالق الذي يخرج شجرة تين باسقة بأغصانها وأوراقها وأثمارها من بذرة تين صغيرة ، والذي خلق الكون بكل ما يحتويه من جماد وأحياء من نفس اللبنة الاساس ، الا وهي ؟ الذرة ، والذي اسس توازناً دقيقاً رائعاً في الكون بواسطة أربع قوى؟! فهل من المنطق ان نكون اكتشافنا لقانون رائع حائلاً بيننا وبين عدم رؤية خالق وواضع هذا القانون؟!.

---

(١) يشير المؤلف هنا الى ظاهرة الانفعال المشروط الذي اكتشفه العالم الروسي «بافلوف» في تجاربه المعروفة على الحيوانات ..  
( المترجم )

## الفصل الثاني

### العناصر والمركبات

#### كيف ينشأ هذا العالم من حوالينا ؟

تناولنا حتى الآن ذرة الهيدروجين كمنال ، وهي أبسط العناصر وأوفرها وجوداً في الكون ، وتتألف من بروتون ومن الكترون ، ويؤلف عنصر الهيدروجين ٨٠٪ من مجموع المادة في الكون . غير ان الكوكب الذي نعيش عليه يعتبر - حسب علمنا الحالي - أكمل مكان في الكون ، لان أهم ميزة أمتازت بها دنيانا هي ظهور الحياة فيها . هذه الحياة التي نحتاج الى حدوث فعاليات كيميائية وفيزيائية في غاية التشابك والتعقيد .

في دنيانا تم اكتشاف ما يزيد على المائة من المواد الاساسية التي نطلق عليها اسم «العناصر» ، وكما ذكرنا آنفاً فان المواد بدءاً من أبسطها ( وهي الهيدروجين ) تكتسب تركيباً معقداً بشكل تدريجي كلما زاد عدد البروتونات الموجودة في نواة ذرتها .

والمادة الثانية من ناحية البساطة بعد الهيدروجين هي : مادة ( الهليوم  $He$  ) حيث تحتوي نواتها على بروتونين ونيوترونين ، وتأتي بعدها مادة ( الليثيوم  $Li$  ) التي تحتوي نواتها على ثلاثة بروتونات وثلاثة نيوترونات ، وهكذا يستمر هذا الترتيب تصاعدياً .

وتمطى للعناصر أرقام معينة وحسب عدد البروتونات التي تحتويها نوى ذراتها ، ويطلق على هذه الأعداد اسم «العدد الذري» لذلك العنصر ، فالعدد الذري للهيدروجين هو ؛ (١) ، والعدد الذري للهيليوم هو ؛ (٢) ، وللثيوم ؛ (٣) والعدد الذري للاوكسجين هو ؛ (٨) أما لليورانيوم فهو ؛ (٩٢) •

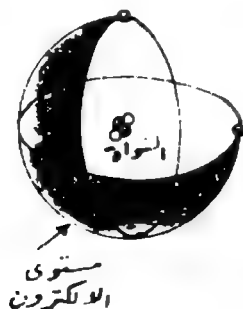
لاشك أنكم لاحظتم باننا لا نأخذ عدد النيوترونات الموجودة في نواة الذرة بنظر الاعتبار ، فالحقيقة ان عدد النيوترونات لا يلعب أي دور في ترتيب العناصر وفي تمايزها ، كما انه ليس من الضروري أبداً أن يساوي عدد البروتونات الموجودة في النواة عدد النيوترونات ، مثلاً ؛ نجد ان نواة ذرة الأوكسجين التي لنواتها (٨) من البروتونات قد تملك (٨) أو (٩) أو (١٠) من النيوترونات ، ان تغير هذا العدد من النيوترونات لا يخرج الاوكسجين عن كونه أوكسجيناً • غير ان المادة ان كانت تحتوي على اعداد مختلفة من النيوترونات فاننا نطلق عليها اسم ( النظائر isotopes ) فمثلاً ؛ هناك ( يورانيوم ٩٢ ) وله نظائر متعددة أمثال ( يورانيوم ٢٣٥ ) و ( يورانيوم ٢٣٨ ) ، فالنظير الاول تحتوي نواتها على (١٤٣) نيوتروناً أما الثاني فعلى (١٤٦) - الأرقام ٢٣٥ و ٢٣٨ هي مجموع البروتونات والنيوترونات<sup>(١)</sup> - ، ويلاحظ ان الفروقات الموجودة بين عدد البروتونات وبين عدد النيوترونات تزداد كلما تدرجت من العناصر البسيطة الى العناصر المعقدة •

ذكرنا في الفصل السابق بانه ؛ يلاحظ وجود توازن دقيق جداً في بنية الذرة ... اذن دعونا نمطي بعض التفاصيل حول هذا الموضوع •

---

(١) النظير الاول :  $143 + 92 = 235$   
وفي النظير الثاني :  $146 + 92 = 238$

ان التوازن المذكور أعلاه لا يتوفر في كل عنصر وعلى الدوام ، ولو كان موجوداً لما كان بالإمكان تكون الجزيئات نتيجة الاشكال المختلفة لارتباط الذرات بعضها مع البعض الآخر . وقبل الدخول الى تفاصيل هذا الموضوع سنلقي نظرة على كيفية استقرار الالكترونات في مداراتها حول النواة .



تأخذ الالكترونات مواضع معينة وباعداد معينة حول النواة ، وهذه المواضع تدعى بـ (مستوى المدار) او طرف التي تنقسم الى مجاميع معينة ، ففي ذرة الهليوم نرى ان الالكترونين اللذين تملكوها ذرة الهليوم تشغلان نفس (مستوى المدار) اما في اللوات التي لها اكثر من الكترونين فانها تحتاج الى مستويات اخرى

كلما تدرجت العنصر من البساطة الى التعقيد ازداد عدد البروتونات ، أي ؛ ازدادت شحنتها الموجبة ، وبالمقابل نرى تزايد عدد الالكترونات ذوات الشحنة السالبة ، لذا فانا عندما نتقل من الهيدروجين الى الهليوم نرى تزايد عدد الالكترون - مثله في ذلك مثل البروتون - الى اثنين .

وهكذا تزيل الأقطاب المتضادة تأثير بعضها البعض ، فتكون النتيجة ، ان الذرة تكون متعادلة كهربائياً .

اثناء تزايد عدد الجسيمات في النواة فانه لا تظهر هناك أية أزمة مكان ، فالبروتونات والنيوترونات في وضع متساك ومتلاصق بشكل كرة ، وحجم الكرة هذه يزداد تبعاً لزيادة عدد «النويات» (٢) .

(٢) النوية : هي البروتون والنيوترون .

مثل هذه الحرية غير موجودة بالنسبة للالكترونات ، فهي تنوزع في مدارات دائرية حول النواة ، وكل مجموعة ( Group ) من هذه المدارات لها سعة معينة لاحتواء الالكترونات ، ومكان وموضع كل الكترون مثبت داخل الذرة تماماً ، ويطلق اسم « المستوى الالكتروني » على هذه المجموعات المدارية ؟ أو بأختصار ؟ « المستوى » .

ويطلق على مستويات الالكترونات هذه اعتباراً من الأقرب الى النواة ؟ المستوى الاول ثم المستوى الثاني ثم المستوى الثالث .... وهكذا . أو يرمز الى المستوى الأقرب الى النواة بالرمز  $K$  ثم للمستوى الذي يليه بالرمز  $L$  ، ثم  $M$  ،  $N$  ،  $O$  ، .... الخ . اما نحن فنستعمل الرمز بالأحرف عند الاشارة الى هذه المستويات .

يستطيع المستوى  $K$  ( الأقرب الى النواة ) استيعاب الكترولين والمستوى  $L$  ( ٨ ) الكترونات ، والمستوى  $M$  ( ١٨ ) الكتروناً . أي إن قابلية استيعاب الالكترونات تزداد كلما ابتعدت هذه المستويات من النواة . ويمكن استخراج سعة الاستيعاب بضرب مربع رقم المستوى في العدد ( ٢ ) .

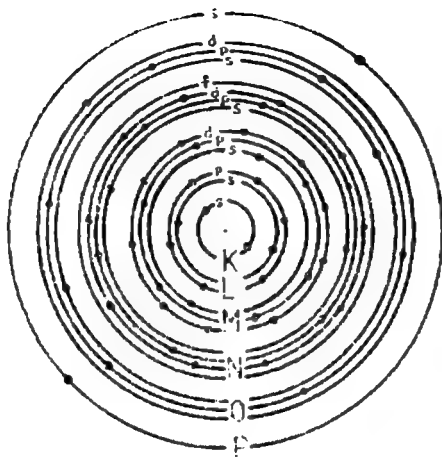
المستوى  $K$  :  $2 \times 2^1 = 2$  الكترون

المستوى  $L$  :  $2 \times 2^2 = 8$  الكترون

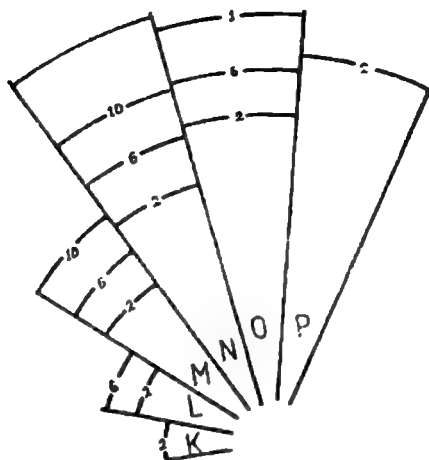
المستوى  $M$  :  $2 \times 2^3 = 18$  الكترون

المستوى  $N$  :  $2 \times 2^4 = 32$  الكترون

ولا ينتهي الأمر بهذا ... فان هذه المستويات تنقسم فيما بينها الى مدارات ثانوية . ويرمز الى هذه المدارات الثانوية ( اعتباراً من الداخل الى الخارج ) بالرموز ( S ) ، ( p ) ، ( d ) و ( F )  
فإذا استثنينا المستوى ( K ) الذي له مدار واحد فان المستوى ( L ) الذي يليه ينقسم الى المستويات الثانوية ، أو المدارات الثانوية ( S ) و ( p ) .



يرينا هذا الشكل مواضع الالكترونات في المستويات الرئيسية وفي المستويات الثانوية (الفرعية) لذرة اللانثان (رقمه ٥٧) فمع ان المستوى الرابع (F) للمستوى الرئيسي (N) يخلو من الالكترونات ، الا ان المستويات الاخرى الموجودة بعدها تملك عددا من الالكترونات .



وهذا يتأتى من «تراكب» المستويات الفرعية بعضها فوق بعض احيانا . والشكل يرينا كيف ان المستويات (M, N) وكذلك (N, O) و (O, P) قد تراكب الواحد على الآخر في نفس الذرة .

وينقسم المستوى ( M ) الى ثلاثة مدارات ثانوية هي ( p ) ، ( s ) ، ( d ) أما المستويات ( N ) ، ( O ) ، ( P ) فان كلا منة يحتوى على أربعة مدارات ثانوية هي ( s ) ، ( p ) ، ( d ) ، ( f ) . وتنقسم الالكترونات التي يحتويها اي مستوى رئيسى بين هذه المدارات الثانوية ، فمثلا ؛ نرى التقسيم التالي للالكترونات للمستوى ( M ) لذرة الحديد ( Fe ) الذي يحتوي على ( ١٤ ) الكترونا .

الالكترونات في المدار ( S )

٦ الالكترونات في المدار ( d )

٦ الالكترونات في المدار ( p )

لنرجع مرة أخرى الى أبسط العناصر ... الى الهيدروجين ؛ ان الالكترون الوحيد لذرة الهيدروجين يوجد في المستوى ( K ) والالكترون الثاني لذرة الهليوم يوجد أيضاً في المستوى ( K ) فاذا جئنا الى ذرة « الليثيوم » فنرى ان الالكترون الثالث موجود في المدار الثانوي الاول ( S ) للمستوى ( L ) وذلك لان المستوى ( K ) وصل الى حالة الاشباع بعد ان أخذ كل حصته أو كل سته ( وهي الكترونان ) اما ذرة الكربون ذات الالكترونات الستة ، فان الالكترونات توزع كما يلي :

زوج من الالكترونات في المستوى الأول ( K ) .

زوج من الالكترونات في كل من المدار الثانوي الاول والمدار الثانوي الثاني من المستوى ( L ) .

وهكذا فكلما وصل أي مستوى الى حالة اشباع ، أنى دور المستوى الثاني ... وهكذا .



ولكن تظهر هنا أماناً قاعدة أخرى :

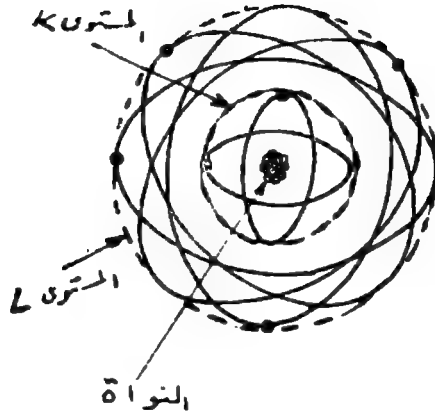
[ لا يمكن ان يوجد اكر من ثمانية الكترونات في المستوى الأخير ( أي المستوى الأبعد عن النواة ) لأية ذرة من الذرات ] • فإذا زاد عدد الالكترونات في المستوى الأخير عن ( ٨ ) الكترونات ، حولت الأعداد الزائدة منها الى المستوى الذي يليه • لنعط مثالا :

ان ذرة البوتاسيوم ( K ) تملك ( ١٩ ) الكترونات • يوجد منها الكترونات في المستوى ( K ) و ( ٨ ) الكترونات في المستوى ( L ) الى هنا نرى ان الوضع مطابق لما جاء أعلاه ، أما الالكترونات التسعة الباقية فانها بدلا من تواجدها بأجمعها في المستوى ( M ) الذي يلي المستوى ( L ) ( ذلك لان سعة المستوى ( M ) هي ١٨ الكترونا ) فاننا نرى ان ثمانية الكترونات فقط تواجد في المستوى ( M ) ، أما الألكترون التاسع فيرسل الى المستوى ( N ) .

تري ما الحكمة من ذلك ؟!...

ان امتلاء المستوى الخارجي ( أي المستوى الأبعد عن النواة ) لأية ذرة بالالكترونات أي وصوله الى حد الأشباع ، يعني ان تلك الذرة قد وصلت الى حالة استقرار تام ... وماذا يعني ذلك ؟

ذلك يعني صعوبة قيام تلك الذرة بالتأثير المتقابل مع غيرها بل استحالة ، لكون الذرة وصلت الى حالة تعادل ، نتيجة تساوي عدد البروتونات مع عدد الالكترونات ، ولا تملك شحنة كهربائية - سواء أكانت موجبة أم سالبة - لكي تتجاذب وتتحد مع ذرة أخرى لها شحنة معاكسة لها ، على العكس من ذلك تماماً فان المستوى الخارجي الأبعد عن النواة ان



تأخذ الإلكترونات الستة للذرة الكربون أماكنها في المستويات ( K )  
 ( L ) . فالمستوى ( K ) اشبع بالإلكترونين اثنين ، ولكن  
 المستوى ( L ) الذي يسع ثمانية إلكترونات يعاني نقصاً مقداره ( ٤ )  
 الإلكترونات وهذا النقص يلعب دوراً بارزاً في تأمين اتحاد ذرات الكربون  
 مع ذرات العناصر الأخرى .

كانت مشبعة بالإلكترونات أي بالشحنة السالبة ، فإن معنى ذلك ؟ ان تولد  
 قوة تنافر كبيرة بين الذرات . ولما كانت القوة الكهرومغناطيسية ؟ هي  
 القوة الوحيدة التي يظهر تأثيرها بشكل واضح بين الذرات ، لذا فقد كان  
 من المستحيل ان تتحد وتجتمع معاً ذرتان في الظروف الاعتيادية ( الحالة  
 الوحيدة التي تغلب فيها القوة الكهرومغناطيسية هي في نجوم . الأقزام  
 البيضاء ، والنجوم النيوترونية التي تبلغ فيها قوة الجاذبية مستويات عالية  
 جداً . ومع ان قوة الجاذبية تبلغ مقادير كبيرة جداً في مراكز الكواكب  
 السيارة ، الا ان هذه القوة الضخمة لا تكفي في التغلب على التوازن  
 الكهرومغناطيسي الموجود داخل الذرة ، ولكنها تؤدي فقط الى تقليص  
 المسافة الموجودة بين النواة والإلكترونات . اما في مركز النجوم فإن  
 الإلكترونات تتحرك بحرية بين نوى الذرات ) .

والآن لتأمل الوضع المعاكس :

لتأمل وضع الذرات التي يوجد فيها نقص في الإلكترونات في المستوى الخارجي ( المدار الخارجي ) ، فهذه الذرة تظهر ميلا لد هذا النقص في أول فرصة تسنح لها ، وعند محاولة سدها النقص فإنها بطبيعة الحال تبدي ميلا للتأثير والتأثر المتبادل بينها وبين الذرات الأخرى •

ونستطيع ان نصف هذه التأثيرات كما يلي :

١ - انتقال الإلكترونات **Transfer of Electrons**

٢ - الإلكترونات المشاركة **Sharing Electrons**

٣ - التكافؤ الكهربائي ( الرابطة الممدية ) **Electrovalence**  
لنشرح كل تأثير باختصار :

١ - انتقال الإلكترونات :

كما رأينا سابقاً ، فإنه عند تساوي عدد البروتونات مع عدد الالكترونات في ذرة ما فإن هذه الذرة تكون في حالة تعادل كهربائي ، ونستطيع ذكر ذرة الصوديوم ( Na ) التي تملك ( ١١ ) بروتون و ( ١١ ) الكترون كمثال على ذلك • وطريقة توزيع الالكترونات في ذرة الصوديوم هي كما يلي :

K      الكترونات في المستوى

L      ( ٨ ) الكترونات في المستوى

M      الكترون واحد في المستوى

والآن لأخذ الألكترون الواحد من المستوى ( M ) ••• في هذه الحالة سيقل عدد الالكترونات ويصبح ( ١٠ ) الكترون ، وهكذا يختل

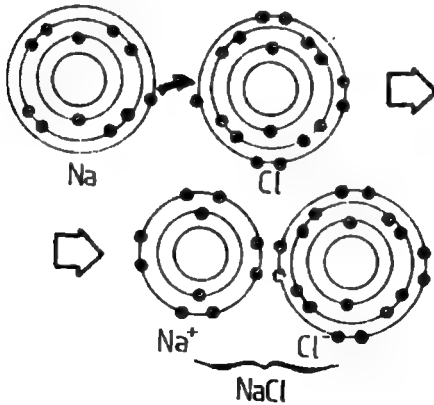
التوازن الكهربائي لذرة الصوديوم اذ تصبح حاملة لشحنة موجبة ، وبمعبر آخر ؛ فإن ذرة الصوديوم اصبحت في حالة «مثنائية» .

وليس من الصعب توقع كيفية تصرف ذرة مثنائية ، اذ ان مثل هذه الذرة ، ما ان تجد حوالها ذرة ذات شحنة مضادة لها حتى تجذبها اليها ...  
فهكذا مثلاً يتكون ملح الطعام الذي نستهلكه على موائدنا :

يحدث انتقال الالكترونات بين عنصر الصوديوم ( Na ) الذي عدده الذري ( ١١ ) وبين عنصر الكلور ( Cl ) الذي عدده الذري ( ١٧ ) ، فالمدار الأخير في كلا العنصرين غير مشبع تماماً ، فمعة المستوى ( M ) في ذرة الصوديوم هي ( ١٨ ) الكترون ، ولكن لا يوجد فيه سوى الكترون واحد ، اما عدد الالكترونات الموجودة في المستوى ( M ) لذرة الكلور فهو ؛ ( ٧ ) الكترونات ، وبمعبر آخر ؛ فان كلتا الذرتين تحاولان سد النقص في مستواها الخارجي . وفي هذا الوضع اما ان تقوم ذرة الصوديوم بسحب ( ٧ ) الكترونات من ذرة الكلور ، أو تقوم باعطائها الكترون واحد اليها ، ولما كان عدد الالكترونات في المستوى الخارجي لذرة الكلور اكبر فانها تكون في وضع «أقوى» ، أي ان التضحية بالالكترون تكون من حصة ذرة الصوديوم . وعندما تقوم ذرة الصوديوم باعطائها الالكترون الوحيد الموجود في مستوى ( M ) الى الكلور ، فان الوضع يكون كالآتي :

يكون المستوى ( L ) هو المستوى الخارجي لذرة الصوديوم ويكون مشعباً بـ ( ٨ ) من الالكترونات ، ونتيجة لفقدانها شحنة سالبة فان ذرة الصوديوم تأخذ وضع أيون موجب ، وبالمقابل فان ذرة الكلور التي أصبح عدد الكتروناتها ( ١٨ ) الكترونات تنقلب الى أيون سالب . وبسبب قوة التجاذب الموجودة بين الأقطاب الكهربائية المتضادة فان هاتين الذرتين

الحاملتين لشحنتين متضادتين ترتبطان معاً بالقوة الكهرومغناطيسية ، وهكذا يظهر الى الوجود ملح الطعام ( Salt ) الذي نستعمله على ، واندنا .



تبادل الإلكترونات بين ذرات الصوديوم (Na) وذرات الكلور (Cl)

## ٢ - الإلكترونات المشاركة :

قد لا يتيسر في جميع الأحوال انتقال الإلكترونات لسد نقص المستويات الخارجية للذرات .

لنأخذ ذرة الفلور ( F ) ( رقمه الذري ٩ ) ، فسرى ان  
الكترينين من مجموع الكتروناتها موجودان في المستوى ( K )  
وان سبعة الكترونات موجودة في المستوى ( L ) .

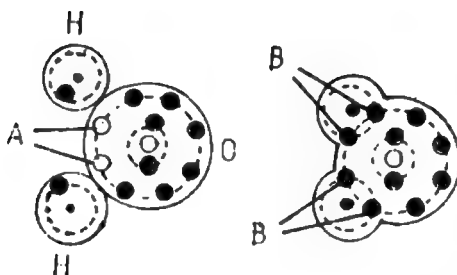
اذن ؛ فهذه الحالة تشير الى ان المستوى ( L ) يعاني نقصاً بمقدار  
الكترين واحد . فان صادفت ذرة الفلور أي ذرة أخرى تملك الكتريناً  
واحداً في مستواها الخارجي ( كذرة الليثيوم ( Li ) التي تملك ( ٣ )

الكثرونات فانها تحاول الاستيلاء على هذا الالكترون لتسد نقصها • ولكنها لا تستطيع ذلك مع ذرة أخرى من الفلور ، لذا يتم التوصل الى حل وسط ، أو الى حل مشترك ، اذ تقوم الذرتان باقسام احد الالكثرونات الخارجية الموجودة في المستويات الخارجية ( المدارات الخارجية ) ، وهذه الالكثرونات المقسمة أو (المشتركة) تتحرك تحت تأثير جاذبية كلا الذرتين وتملأ الفراغ في كلا المستويين الخارجيين للذرتين • وباختصار نستطيع القول ؛ ان كل ذرة من هاتين الذرتين تستطيع اعتبار هذا الالكثرون عائداً لها • وهذه هي كيفية تكون جزيئة هيدروجين واحدة من ذرتي هيدروجين •

وليس من الضروري ان يتم الاقسام بين ذرتين فقط ، فمثلا نرى ؛ ان ذرة الاوكسجين ( التي تملك (٦) الكثرونات في مستوى ( L ) ) تشترك بالكترون واحد مع ذرتين من الهيدروجين لاشباع مستواها الخارجي وتكوين جزيئة الماء •

اما عند تشكيل جزيئة الميثان ( Methan ) المؤلفة من ذرة واحدة من الكربون ( C ) مع (٤) ذرات هيدروجين ؛ فالتا نرى ان هناك (٤) الكثرونات في مستوى ( L ) لذرة الكربون • وتقوم ذرات الهيدروجين الأربع التي تحيط بذرة الكربون من جهاتها الأربع باقسام هذه الالكثرونات مع ذرة الكربون ، وبالمقابل فان الكثرونات ذرات الهيدروجين تدخل أيضاً في مجال تأثير ذرة الكربون •

وما الماس المعروف الا ناتج اقسام ذرات الكربون للالكثرونات فيما بينها •

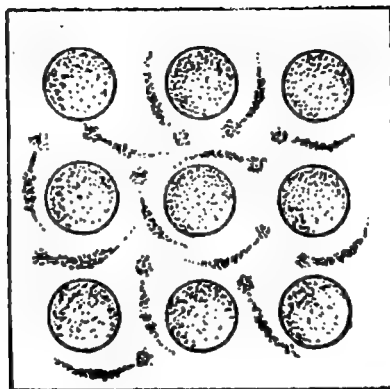


في القسم الأيسر من الشكل نرى ذرتي هيدروجين (H) مع ذرة من  
الأكسجين (O) التي تعاني نقصاً مقداره إلكترونين في المستوى  
(L) وقد اُشيرت إلى الإلكترونات الناقصة بالحرف (A) .  
وفي القسم الأيمن نرى أن ذرة الأكسجين قد سلت نقصها هذا بمشاركة  
ذرتي الهيدروجين مع إلكتروناتها (B) يشير إلى الإلكترونات  
المشتركة .

### ٣ - التكافؤ الكهربائي ( الرابطة المعدنية ) :

هذه الرابطة أو العلاقة تشبه انتقال الإلكترونات بوجهه من  
انجود . ففي هذه الرابطة تفقد الذرات أيضاً بعضاً من إلكتروناتها  
وتنقلب إلى أيونات موجبة ، ولكن مع ملاحظة فرق واضح ؛ وهو ؛ أنه  
في الشكل السابق كنا نرى أمام كل أيون موجب أيوناً سالباً ، ولكننا  
نجد هنا أن الذرات بتكومتها وتجمعها بشكل أيونات موجبة تشكل ما  
نطلق عليه اسم «المعدن» .

ولكن كيف يتسنى تجمع ذرات تحمل نفس الأقطاب ونفس  
الشحنات الكهربائية معاً لتأليف بنية قوية ومتماسكة ؟  
سيأتينا جواب هذا السؤال من الإلكترونات أيضاً ... فالإلكترونات



في الرابطة المعدنية تتحول الذرات الى أيونات موجبة بعد فقدها للإلكترونات ، وتقوم « سحابة الإلكترونات، ذات الشحنة السالبة والمتكونة من الإلكترونات الحرة المتجولة بين الذرات يربط هذه الذرات بعضها مع البعض الآخر .

المفقودة من الذرات المتجمعة بواسطة الرابطة المعدنية ، لا تنقل من ذرة الى أخرى كما هو الوضع في الحالة الأولى ، ولا تقاسم بين الذرات كما هو الوضع في الحالة الثانية ، اذ نراها هنا قد اكتسبت نوعاً من الحرية ، فهي تجول بين الذرات ، ونتيجة هذا التجول يتشكل ما يشبه سحابة من الكهربائية السالبة تقوم بعملية ربط الذرات ذات الشحنات الموجبة بعضها .

ان تجول أعداد كبيرة من الإلكترونات في المواد المشكلة بالتكافؤ الكهربائي ( عامل الرابطة المعدنية ) تكسب تلك المادة خاصية الأيصال .

فهذا هو السبب الحقيقي لقابلية هذه المواد على إمرار وعلى إيصال التيار الكهربائي ، وبسبب قيام نفس هذه الإلكترونات بامتصاص كل أنواع الأشعاع الكهرومغناطيسي ، فان المعادن لا تسمح بفاذ الضوء من خلالها .



## الفصل الثالث

### المادة المضادة

### الجسيمات التي تفني احداها الاخرى

لا تقتصر المادة على الاشكال والأنواع التي نراها حولنا • فعلاوة على هذه ، يوجد شكل آخر له خواص معاكسة تماماً لخواص اشكال المادة التي نعرفها • ونطلق على هذا الشكل الآخر اسم «المادة المضادة» أو «المادة النقيضة» • وهناك جسيمات نقيضة لكل الجسيمات التي تؤلف الذرة •

ومع ان الجسيمات النقيضة لها خصائص مناقضة للجسيمات الاعتيادية ، الا انه من المستحيل تميز احداها عن الأخرى ( أي تمييز الجسيم عن الجسيم النقيض ) ، ذلك لأن الجسيم الاعتيادي والجسيم النقيض لهما نفس الكتلة ويقومان بنفس الوظائف كلا في عالمه الخاص • فالخواص المتضادة تتجلى في الشحنة الكهربائية واحياناً في اتجاه الدوران •

مثلاً :

ان نقيض جسيم يحمل شحنة موجبة ، وهو جسيم يحمل شحنة سالبة ، أي ان الحالة هنا ليست كالفرق في الشحنات بين الالكترون والبروتون مع وجود فرق في الكتلة بينهما ، اذ لا يوجد أي فرق في الكتلة بينهما ، أي لا يوجد أي فرق في الكتلة بين الجسيم وبين نقيضه ، فالبروتون النقيض ( Anti Proton ) كتلته تساوي تماماً كتلة البروتون ( أي كتلته تساوي ١٨٣٦ مرة بقدر كتلة الالكترون ) ولكنه يحمل شحنة كهربائية سالبة مثل الالكترون . اما نقيض الالكترون ( Anti electron ) ويسمى بـ ( البوزترون Positron ) فانه يملك نفس كتلة الالكترون ولكنه يحمل شحنة موجبة .

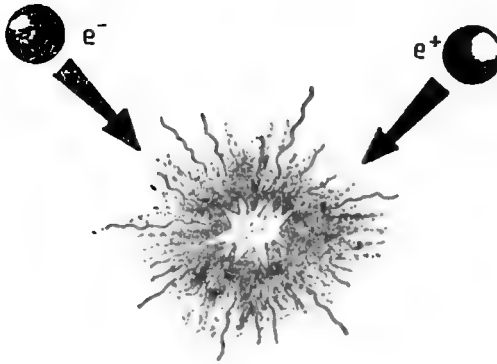
ان فكرة المادة النقيضة طرحت بشكل نظري لأول مرة في الربع الأول من القرن العشرين ، وعندما اكتشف البوزترون لأول مرة ضمن الاشعاعات الكونية سنة ١٩٢٩م تم اثبات نظرية المادة النقيضة ، وفي سنة ١٩٥٥م تم اكتشاف البروتون النقيض ، وفي السنة التالية اكتشف النيوترون النقيض .

كما في الجسيمات الاعيادية فانه عند اجتماع الجسيمات النقيضة من الممكن ان تتألف الذرات والجزيئات ، والكواكب السيارة والنجوم والمجرات من هذه المادة النقيضة . ففي هذه الحالة يجب ان تدور البوزترونات حول النواة المتكونة من البروتون النقيض Anti - Proton ومن النيوترون النقيض ( Anti - neutron ) ، كما يجب ان تتوفر في كل ذرة من الذرات المجتمعة معاً صفة «المادة النقيضة» ذلك لأن العلاقة بين المادة وبين المادة النقيضة هي علاقة خصام وعدم انسجام ، تماماً كالعلاقة بين « العروس وأم العريس » ، اذ لا يمكن ان يجتمعا معاً بهدوء وبسكون،

والأسوأ من هذا انهما ان اجتماعاً فنيا •

ان قمنا بجمع البوزترون ( Positron ) والالكترون ( electron ) معاً في مكان واحد نرى انهما يدوران حول بعضهما البعض مشكلين ذرة «البوزترونيوم» ولكن لمدة قصيرة جداً تقدر بجزء من عشرة ملايين جزء من الثانية يخرجان بعدها من عالم المادة تاركين مكانهما لمقدار من الطاقة •

اثناء مثل هذه الفعاليات قد تظهر جسيمات أصغر حجماً بجانب ظهور الطاقة ، فعند تقابل البروتون مع « البروتون المضاد » وقيام كل منهما بأثناء الآخر تظهر أمامنا «اليونات» كما سنرى في الفصل القادم • ولو أجرينا العملية بشكل معاكس ( كمن يقوم بارجاع شريط سينمائي الى الورا ) لرأينا تكون البروتون وتقيض البروتون من « اليون » ولكن كما قلنا



عندما يتقابل الالكترون (  $e^-$  ) مع البوزترون (  $e^+$  ) يفنى الاثنان • وهذه القاعدة شاملة وجارية بالنسبة لكل انواع المواد مع تقاضها •

سابقاً فانه لا يمكن جمع هذين الجسمين النقيضين معاً . ولهذا السبب ، فانه بالرغم من القيام بتكوين نواة ذرة نقيضة في المختبر ، الا انها لا تلبث الا فترة قصيرة جداً ثم تختفي نتيجة تماسها بالمادة من حوالها وقيام كل منها بإفناء الأخرى .

لما كان في الأمكان تكوين ذرات نقيضة من هذه الجسيمات النقيضة ، ومن ثم تكوين الكواكب السيارة والنجوم والمجرات ... اذن فهل هناك في الكون كواكب نقيضة ومجرات نقيضة ؟

نستطيع - في - أقل تقدير - الجزم بعدم وجود مثل هذه الأجرام والمجرات بالقرب منا ، فلو كان القمر الدائر حولنا متكوناً من المادة النقيضة لما بقي أي أثر لرواد الفضاء الذين مشوا على القمر وكذلك نعلم ان الكواكب التي ارسلت اليها سفن فضائية - كالمریخ مثلا - متكونة من الذرات الاعتيادية التي نعرفها ، لأن هذه السفن الفضائية بقيت سليمة . ويمكن ذكر نفس الشيء بالنسبة للسيارات البعيدة . ذلك لأن جميع سيارات مجموعتنا الشمسية ، تعرض - مثل أرضنا - لليل منهمر من الغاصفة الشمسية ، فلو كانت هذه السيارات مؤلفة من المادة النقيضة لشاهدنا من على سطح أرضنا عملية فناء هذه الأشعة عند وصولها وارطامها بها .

ولاشك ان مجرتنا أيضاً تألف من المادة الاعتيادية ، ذلك لأن هناك تأثيرات متبادلة - مثل الاشعة الكونية - بين نجوم مجرتنا ( درب التبانة Milkyway ) لذا فان استمرار نجوم درب التبانة ( البالغ عددها ٢٠٠ مليار نجمة ) بحياتها ووجودها في هدوء وسكون يشير الى عدم وجود

أية ظاهرة افناء تجري بين المادة وتقيضها في مجرتنا ... على الأقل  
عدم وجودها بدرجة ظاهرة أو مهمة .

ولكننا لا نستطيع ان نقول نفس الشيء ونفس الاطمان والثقة  
بالنسبة للمجرات البعيدة جداً ، اذ على قدر الأدلة الموجودة على كون  
هذه المجرات المتكونة من مجاميع نجمية مؤلفة من المادة الاعتيادية الموجودة  
حواليها فن هناك نفس القدر من الاحتمالات على كونها مؤلفة من المادة  
التقيضة . وامكانياتنا وقدراتنا الحالية لا تسمحان لنا بالبت النهائي حول  
هذا الموضوع . ذلك لأن الجسيمات الواصلة اليها من هذه المجرات  
عبارة عن : الفوتون ( Photon ) والنيوترينو ( neutrino )  
والكرافيتون ( Graniton ) .

( وستناول هذه الجسيمات في الفصل القادم ) . فاذنا تناولنا  
الفوتون فاننا نرى انه وتقيضه نفس الشيء ، ولا يمكن ملاحظة أي فرق  
بينهما ، لذا فلا يمكننا ان نعلم عما اذا كان هذا الفوتون من المادة  
الاعتيادية أم من المادة التقيضة . اما النيوترينو ؟ فمن الصعب جداً  
الامدك به ثم من الصعب جداً التمييز بينه وبين النيوترينو التقيض .  
اما الـ «كرافيتون» ؟ وهو الجسيم الذي ينقل قوة الجاذبية فلم يتيسر لنا  
حتى الآن مشاهدته وفحصه علاوة على ان الاعتقاد السائد هو انه وضد  
نفس الشيء لذا لا يمكننا تتبع آثار المادة والمادة المضادة في هذا الجسيم .

يمكن لمجرة تقيضة ان توجد على بعد كاف وأمين من المجرات  
الاعتيادية الأخرى . ولكن وصول أية مادة من علاننا الى مثل هذه  
المجرة أو الى أية نجمة فيها يعني فناءها فوراً . فكما تعتبر ديانا مكاناً  
ير أمين على الإطلاق للمادة التقيضة ، فان أية « ديانا تقيضة » تعتبر على

نفس الدرجة من عدم الأمان بالنسبة لنا • غير ان كل شيء يسير بشكل متفلم في مثل هذه المواقف القليلة ، بل يمكن حتى ظهور الحياة فيها ان توفرت فيها الظروف والشروط الضرورية • اذن نستطيع القول - على ضوء المعلومات السابقة - بان الفرق هو فرق في التأخر فقط ، ويشبه هذا ؛ الاشارة الى يد بدلا من اليد الأخرى ، أو الى عين بدلا من الأخرى ، أو يشبه رؤية أخصنا في المرأة •

## الفصل الرابع

### جسيمات اصغر . . . فاصغر الذرة : البئر التي لا يرى قاعها

ان النظر الى الذرة باعتبارها مؤلفة فقط من مجاميع من البروتون والنيوترون والالكرون تعتبر نظرة سطحية جداً . فكما ان الذرة لا تشكل اصغر جسم مادي ، فان الجسيمات التي مر ذكرها أعلاه لا تعتبر كل الجسيمات الموجودة في الذرة ، اذ ان الابحاث المستمرة منذ نصف قرن تقريباً كشفت عن وجود جسيمات عديدة اضافة الى البروتونات والنيوترونات ولا أحد يستطيع أن يعرف أو يتكهن أين ستقف وتنتهي هذه الجسيمات ، مع الأخذ بنظر الاعتبار ان لكل جسيم مادي هناك جسيم نقيض له أيضاً .

ان بعضاً من هذه الجسيمات أعتبرت موجودة كنتيجة ضرورية لنظرية «الكم» ( Quantum theory ) ، فحسب هذه النظرية (التي سنطلي بعض التفاصيل عنها قبيلا خاتمة الكتاب ) فان الطاقة تنقل بـ «كمات» لا كل لها ولا جسم ، وهذه «الكمات» التي نطلق عليها اسم الفوتون ( Photon ) هي التي تؤمن لنا رؤية الأشياء من حولنا ، لأنها

هي «اللب» التي تنقل لنا الضوء وجميع أنواع الاشعاعات الكهرومغناطيسية . وكما سنرى في الفصل المتعلق بالاشعاع الكهرومغناطيسي ؟ فان بعض التغيرات التي تحدث داخل الذرة تؤدي الى انطلاق جزء من الطاقة بشكل جسيمات فوتون الى الخارج . والاشعاع الصادر يتغير حسب شدة الطاقة ( اشعة غاما ، اشعة أكس ، فوق البنفسجية ، فوق الحمراء ، الضوء الاعتيادي ) وعلاوة على ان الفوتون لا كتلة له فانه لا يحمل أيضاً أية شحنة كهربائية ، وسرعته كبيرة جداً تقارب ٣٠٠.٠٠٠ كم/ثانية (ان أردنا الدقة فرعته هي ٢٩٩.٧٩٣ كم/ثا) وهذا ما نطلق عليه سرعة الضوء .

وعلى غرار عملية الأشعاع ، فان كل تأثير متبادل بين المواد - كقوة التجاذب والتنافر - يتم عن طريق تبادل الجسيمات كما هو الاعتقاد السائد حالياً . فالجسيمات التي يتم تبادلها في حالة انقوة الكهرومغناطيسية هي الفوتونات ، أما في حالة قوة الجاذبية فان التبادل يتم عن طريق جسيم يتصور وجوده أطلق عليه أسم ( كرافيتون Graviton ) ، ويعتقد انه مثل الفوتون لا كتلة له وأنه يسير أيضاً بسرعة الضوء . ولكن الفرق البارز بين الفوتون والـ «كرافيتون» هو في مقدار الطاقة التي يحملها كل منهما . فكما تذكر من المقاييس التي أجريناها سابقاً بين القوة الكهرومغناطيسية وقوة الجاذبية فان هناك نسبة كبيرة جداً تبلغ  $10^{39}$  بين الطاقة التي يحملها الـ «كرافيتون» والطاقة التي يحملها الفوتون<sup>(١)</sup> . وبسبب الضآلة الشديدة للطاقة

---

(١) أي ان طاقة الفوتون تبلغ  $(10^{39})$  ضعف الطاقة التي يحملها الـ

«كرافيتون» .

( المترجم )



التي يحملها الـ «كرافيتون» تمذر علينا حتى الآن - بإمكانياتنا الحالية - مراقبته وفرضه كسائر الجسيمات الأخرى •

ولكن في سنة ١٩٧٨م تمت مشاهدة بعض الأمارات التي تدل على احتمال وجود جسيمات الـ «كرافيتون» فعلا •

كان معروفاً منذ عدة سنوات ، بأن هناك في برج العقاب ( Aigle ) نجم نيوتروني يرسل موجات راديوية بنفحات شديدة جداً ، ويدور حول جرم فضائي غير مرئي ( قد يكون نجماً نيوترونياً آخرأً أو ثقباً أسوداً ) مشكلاً معه ثانياً نجمياً • ويدور هذا الثنائي أحدهما حول الآخر بسرعة (١٠٠٦) مليون كم في الساعة ويتم دوران كل منهما حول الآخر في ثماني ساعات ، وحسب حسابات العالم الفلكي جوزيف • ه • تايلور ( Joseph.H. Taylor ) من جامعة «ماساشوستس» في الولايات المتحدة الأمريكية ؛ فإنه ان كانت قوة الجاذبية بين هذين الجرمين السماويين نتيجة تبادل الجسيمات بينهما فإن من الضروري فقد كل من هذين الجرمين جزء من طاقته ، مما يؤدي الى اقتراب أحدهما من الآخر • والنتيجة النهائية التي يمكن مشاهدتها من ديانا هي نقصان مدة دوران هذا النجم حول رفيقه غير المرئي • ويجب ان يبلغ مقدار النقصان هذا جزءاً من عشرة آلاف جزء من الثانية كل سنة • وقد تم فعلاً تثبيت مقدار نقصان مدة الدوران هذا في اثناء أربع سنوات من المراقبة والمشاهدة المستمرة (١٩٧٤-١٩٧٨) فكان مقدار النقصان هو (١٠٠٠٠٤١) ثانية • وقد أعتبر هذا دليلاً على وجود جسيم الـ «كرافيتون» رغم أننا لم نشاهده حتى الآن •

الخاصية الأخرى المشتركة بين الفوتون والـ «كرافيتون» هي ؛ ان كلا منهما يشكل المادة النقيضة لنفسه ، وبتميز آخر ؛ فإنه لا يوجد

مادة نقيضة لا للفوتون ولا لكـ «كرافيتون» •

وتتم عمليات تبادل الفوتون والكرافيتون بين ذرات المادة النقيضة  
( المتألفة من الجسيمات النقيضة ) بواسطة الفوتونات والكرافيتونات  
الاعتيادية التي نعرفها •

وما قلناه وذكرناه عن القوة الكهرومغناطيسية وقوة الجاذبية يصح  
على القوتين الآخرين ( أي القوة الضعيفة والقوة النووية ) • فالقوة  
الضعيفة تجري تأثيرها بواسطة تبادل جسيم يخمن وجوده أطلق عليه رمز  
( W ) ينتظر الكشف عنه ولكن لم يتم ذلك حتى الآن •

أما تبادل الطاقة داخل نواة الذرة فرغم انه لم يتوضح تماماً ،  
الا ان معلوماتنا عن كيفية حدوثه لا بأس بها ، والجسيمات التي تستعمل في  
تبادل الطاقة هنا ، أي في تبادل الطاقة النووية هي ضمن مجموعة  
الجسيمات التي يطلق عليها عادة اسم الـ ( ميزون Meson ) .

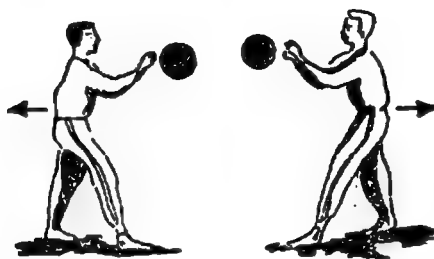
والاعتقاد السائد حالياً هو ؛ ان كل بروتون أو نيوترون موجود في  
نواة الذرة مخلف بـ «شحنة» مؤلفة من ميزون واحد أو أكثر ، حتى ان  
بعضهم يعزو الفرق الضئيل الموجود بين كتلي البروتون والنيوترون الى  
هذه الميزونات التي تحيط بهم ( أي بالبروتون والنيوترون ) •

هناك أنواع مختلفة من هذه الميزونات ، ويطلق على الميزونات التي  
تستعمل في تبادل الطاقة النووية ( البايميزون  $\pi$  meson ) أو بأختصار  
« بي أون » • وهذه البايميزونات قد تحمل شحنة سالبة أو موجبة أو لا  
تحمل أية شحنة على الإطلاق • فالبايميزونات الموجودة بين نيوترونين أو  
بين بروتونين لا تحمّلان شحنة ، أما بين البروتونات والنيوترونات فتم  
تبادل البايميزونات الموجبة والسالبة ، فمثلا يقوم النيوترون بنشر بايميزون

سالب فينقلب بذلك الى بروتون ، أما البروتون الذي أمتص هذا البايميزون السالب فإنه ينقلب الى نيوترون وتم عكس هذه العملية أيضاً ، أي يقوم البروتون بنشر بايميزون موجب وينقلب عندئذ الى نيوترون ، أما النيوترون الذي يمتص هذا البايميزون الموجب فإنه يتحول الى بروتون ، اي ان هذه النظرة ترى ان هناك عمليات تبديل مستمرة للمهثات أو نلهويات تجري داخل النويات (١) .

أما كيف تستطيع عمليات التبادل هذه الجارية بين الجسيمات من توليد تأثير التجاذب والتنافر فيمكن ايضاحها بالمثال التالي :

لتصور لاعبي كرة السلة ، وفي يد كل منهما كرة ، وان كلا منهما يرمي الكرة للآخر ، فعندما يرمي كل لاعب الكرة يدفع الى الوراء قليلاً ، اما عندما يقوم بملك الكرة المرمية اليه فان قوة الدفع الى الوراء تزداد . هذه هي الصيغة التقريبية التي تحدث بها قوة التنافر أو قوة الدفع .



(١) النويات : هي البروتونات والنيوترونات الموجودة في نواة الذرة .

( المترجم )

والآن لنفرض ان هذين اللاعبين يحاول كل منهما أخذ الكرة من يد الآخر ، ففي هذه الحالة يقوم كل منهما بجذب الآخر •



هكذا نستطيع اذن ان تمثل في أذهانتنا كيفية عمل القوة النووية بين الجسيمات الموجودة داخل نواة الذرة ، فان قمت بوضع البروتون والنيوترون مكان اللاعبين والباييزونات مكان الكرات أستطعت ان رسم لوحة ما يحدث بخطوطها العريضة •

تبلغ كتلة الباييزون - حسب حساب العلماء - (٢٢٣) مرة بقدر كتلة الالكترون تقريباً • وهنا تكمن حكمة أو سبب عدم سريان تأثير القوة النووية خارج نواة الذرة ، ذلك لأنه لكي يتسنى لأية قوة تفصل تأثيرها الى مسافات بعيدة فان كتل الجسيمات الناقلة لهذه القوة يجب ان تكون ضئيلة وبشكل طردي مع زيادة المسافات ، لذا فان نقل بعض القوى الى مسافات لا نهائية كالقوة الكهرومغناطيسية وقوة الجاذبية لا يتم الا بواسطة جسيمات لا كتل لها • أما القوة النووية ؛ فلكون كتل الباييزونات الناقلة لها كبيرة فانها تبقى محصورة في نواة الذرة مؤثرة على الجسيمات القريبة من بعضها •

عندما تبقى البايميزونات لوحدها فانها سرعان ما تتحلل ،  
فانبايميزون يتحلل في ظرف (  $1/40.000.000$  ) ثانية الى ( ميون  $\mu$  )  
(  $\mu$  ) - وهو نوع من أنواع البايميزون - والى جسيم آخر يدعى  
• النيوترينو • و «الميون» السالب الشحنة يملك كتلة تقدر بـ (  $207$  )  
مرة بقدر كتلة الالكترن ، وله نقيض ذو شحنة موجبة • ولكون «الميون»  
يشابه الالكترن من جميع الأوجه - عدا الكتلة - فانه يطلق عليه أحياناً  
اسم «الالكترن الثقيل» •

ونجد ان «الميون» هو اكر الجسيمات المشاهدة من بين الاشعاعات  
المديدة التي تصل الى سطح أرضنا ، وفي الحقيقة ان الاشعاعات الكونية  
ليست الا عبارة عن الجسيمات التي تنهال علينا كالفذات من جميع أرجاء  
انفضاء • وقد تم العثور تقريباً على جميع أنواع نوى الذرات من بين هذه  
الجسيمات • الا ان هذه الاشعاعات الكونية ما ان تدخل الغلاف الجوي  
حتى تصطدم في الطبقات العليا في الجو بنوى الذرات فتتحل الى جسيمات  
أصغر مثل البروتونات والنيوترونات والميزونات والالكترونات واشعة  
كاما • ويستمر التصادم حتى الطبقات السفلى من الغلاف الجوي ، لذا  
فان الاشعاع الكوني ما أن يصل الى سطح الأرض حتى يكون قد سفر  
نعاماً ، وما • الميونات • التي تصيدها قرب سطح الارض الا من مخلفات  
وبقايا هذه الاصطدامات ، ومع ذلك فان «الميونات» ليست مستقرة ، اذ  
سرعان ما تتحول الى الالكترونات مع نوعين من النيوترينو •

ونتهي قائمة الميزونات بذكر ( كي ميزون  $K$ -meson ) او ما يطلق  
عليه باختصار اسم ( الكاون  $Kaon$  ) ويعتبر أثقل الميزونات ، اذ تبلغ  
كتلته (  $970$  ) مرة بقدر كتلة الالكترن ، وهو اما ان يحمل شحنة موجبة  
أو لا يحمل اية شحنة على الاطلاق ، ويتحلل في جزء من مليون جزء من

## الثانية متحولا الى باييزونات •

في المراتب العليا من قائمة الجسيمات نجد «الهيزونات» ؛ وهي جسيمات اكبر حتى من البروتونات والنيوترونات ، والجسيمات المعروفة التي تدخل ضمن مجموعة «الهائيزونات» والتي تتراوح كتلتها من (٢١٠٠) الى (٢٥٠٠) مرة بقدر كتلة الألكترون هي : لامدا (  $\Lambda$  ) سيفما (  $\Sigma$  ) ، زي  $z$  وأوميغا (  $\Omega$  ) ، أما نوع الشحنات الكهربائية التي تحملها هذه الجسيمات فهو كما يلي :

لامدا : لا تحمل أية شحنة •

اوميغا : تحمل شحنة سالبة •

زي : شحنتها اما سالبة أو متعادلة •

سيفما : منها ما تحمل شحنة موجبة وأخرى شحنة سالبة وأخرى متعادلة •

وهناك جسيم نقيض لكل جسيم من هذه الجسيمات ، ويعتقد بان الهائيزونات تلعب دوراً وان كان ضئيلاً في العمليات الجارية في نواة الذرة • وكل هذه الجسيمات غير مستقرة ، لانها سرعان ما تتحلل الى جسيمات أخرى امثال البروتونات والنيوترونات والباييزونات ( سرعة التحلل تبلغ جزءاً من عشرة مليارات جزء من الثانية ) •

ذكرنا سابقاً اسم «النيوترينو» كنتاج ثانوي عند حدوث بعض التحللات • وهذا الجسيم مثله مثل الفوتون والكرافيتون لا يملك أية كتلة ، الا ان هناك نوعين منه :

١ - نيوترينو الالكرون •

٢ - نيوترينو الميون •

ومع انه لا يعلم تماماً الفرق أو الفروقات بين هذين النوعين ، الا انه لوحظ أن «نيوتريو الالكترون» لا يشترك بأي حال من الأحوال في تكوين «الميون» وبالمقابل لا يشترك «نيوتريو الميون» في تكوين الالكترون أبداً . ولا تنسى هنا ان نذكر بان كل نوع من هذين النوعين يملكان نقيضيهما .

تعتبر عمليات الاشعاع أهم مصادر «النيوتريو» و «النيوتريو النقيض» ، ففي العملية التي نطلق عليها اسم «تحلل بيتا» عندما يتحول النيوترون الى بروتون ( أنظر الى فصل : الاشعاع ) نرى ان جسيماً ذا شحنة سالبة ( أي الكترونأ ) يتولد بجانب البروتون ... الى هنا فالتوازن قائم كهربائياً قبل تحلل النيوترون وبسده ، ولكن هذا لا يكفي لسد الفرق الموجود بين مستوى الطاقة قبل وبعد عملية التحلل . ففسد اجراء المقارنة بين كتلة النيوترون ومجموع كتلتي البروتون والالكترون نرى ان هناك فرقاً ، وان هذا الفرق هو نتيجة تحول جزء من الكتلة الى طاقة ... هذه الفضلة من الطاقة هي التي تحرر وتنفذ الى الخارج بواسطة جسيم لا كتلة له ندعوه : النيوتريو

أما في العملية العاكسة التي تحدث فان البروتون يتحول فيها الى نيوترون مع بوزترون ( وهو الالكترون الموجب ) اضافة الى نيوتريو .

في التفاعلات النووية الحرارية التي تجري في باطن الشمس ، تتحول نواة هيدروجين واحدة من كل نواتين الى النيوترون ، وبذلك يتولد مقدار هائل من النيوتريو . ويتنشر ٩٣٪ من الطاقة المتحولة في الشمس كحرارة وضوء . أما النسبة الباقية والبالغة ٧٪ فانها تهرب مع النيوتريو المنطلق .

من أهم الفروق الموجودة بين النيوتريو وبين الفوتون هو ؟ ان

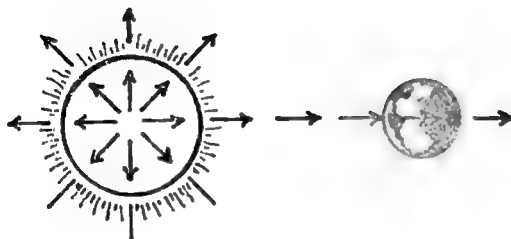
النوتريو يملك طاقة نفوذ واختراق أكبر بكثير مما يملكها الضوء ، أو أي نوع من أنواع الاشعاع الكهرومغناطيسي . فلو افترضنا أننا أينما بمادة يبلغ قطرها (١٠٠) سنة ضوئية وأمطرناها بوابل من النوتريو ، فإن هناك احتمال ان تستطيع هذه المادة امتصاص نصف كمية النوتريو المنهجرة عليها فقط ، اما الكمية الباقية فانها تستمر في طريقها لا تلوي على شيء ، دون ان تقلل من سرعتها ، وكأنه لا يوجد أمامها أي مانع . ونستطيع ايراد المقارنة بين الضوء وبين النوتريو الآتين إلينا من الشمس كما يلي :

ان الفوتون الذي ينطلق من مركز باطن الشمس بادئاً رحلته ، لا يصل إلى السطح الخارجي للشمس بعد قطع (٧٠٠) ألف ميل ، الا بعد ان تقوم عدد لا يحصى من الذرات من امتصاصه ثم نشره من جديد ، اما النوتريو فانه لا يعرف مثل هذه الموانع ولا يعبرها تقفاتها ، بل ينطلق في طريقه لا يلوي على شيء ، وفي مدة تقل عن ثلاث ثوان يكون قد قطع هذه المسافة (١) وانطلق كالقذيفة في الفضاء ، وبعد ثمانى دقائق يصل أرضنا ثم يخترقها إلى الجانب الآخر منطلقاً إلى الفضاء اللانهائي ، ولهذا السبب فاننا لا نستطيع تجنب التعرض لقذائف النوتريو حتى في الليل ، ولا يستغرق اختراق النوتريو الارض من الطرف المواجه للشمس إلى الطرف الآخر واختراق أشياءنا وأجسادنا الا  $25/1$  ثانية ، ولكي يستطيع العلماء من تصيد بعض النوتريونات فانهم اضطروا إلى تخزين ما يقارب نصف مليون طن من سائل خاص في باطن الارض ولمدة عدة شهور .

---

(١) أي المسافة بين مركز باطن الشمس وبين سطحها الخارجي والبالغة (٧٠٠) ألف ميل .





**النيوترونات الآتية من الشمس تغترق ارضنا من جانبها المقابل للشمس الى الجانب الآخر بكل سهولة ودون اية عراقيل او موانع .**

وقد فكر بعض العلماء في الاستفادة من قابلية النفاذ الهائلة التي يتمتع بها النيوترونات في مجال تحسين الأنصال والمخابرة ، فلو تكلمت جهود  
 • الدكتور بيتر كوترز • - من جامعة واشنطن الغربية - رئيس الفريق العلمي الذي كنف جهوده اعتباراً من شهر كانون الاول سنة ١٩٧٨م حتى الآن ، بالنجاح فانه يكون بالامكان تحسين الأنصال لاسيما الأنصال مع الفواصات في أعماق البحار . اذن فليس هناك أي شيء أو أي موجود في الكون لم يوضع لخدمة الانسان .

### **الكواركات : ( Quarks )**

كان الاعتقاد السائد حتى وقت قريب ، هو اننا عند فحص وتدقيق بنية المادة كلما نزلنا الى الأجزاء الصغرى ، كلما اقتربنا الى البسيط .

وقد تدرجت الأفكار حسب الابحاث المستمرة طيلة العصور السابقة حتى الآن ، فقد اعتقد حيناً بان الجزيئة ؛ هي اللبنة الاساس للمادة ، ثم ظهرت فكرة العنصر أو العناصر . ولكن ثم يمضي وقت طويل حتى تبين ان هذه العناصر ليست اللبنة الاساس التي نبحث عنها

للمادة ، وأخيراً نبين انه حتى الجسيمات التي تؤلف الذرة ليست هي اللبنات الاساس التي تؤلف المادة ولا تحمل هذه الصفة . وظهر تماماً أننا كلما نزلنا في سلم المادة الى الأصفر فالأصفر كلما تعمقت الامور وتشابكت . فاليوم نستطيع بإمكانياتنا التكنولوجية تمرير الذرة الى تغييرات معينة وفحص نتائجها ، ولكن ككل الجسيمات موضوعة البحث ما أن استمرت تصغر وتصغر حتى بدأت إمكانياتنا في فحصها وتدقيقها يصعب شيئاً فشيئاً ، إذ أننا لم نستطع حتى من مشاهدة الذرة الى الآن ، وكل ما استطعناه حتى الآن هو رسم صورة خيالية في أذهاننا عن الذرة أُنْتَاداً الى صفاتها التي استطعنا الحصول عليها ، والى بعض الآثار والمؤشرات الأخرى . ومع اننا نستطيع بالإمكانات التي توفرها تكنولوجيا القرن العشرين من معرفة وحساب التفاعلات والحوادث الجارية في مركز الشمس وكأننا نراها رأي العين ، الا أننا لا نجد مثل هذه السهولة واليقين في عالم جسيمات الذرة .

ومع ذلك فان البشرية لم تتخل بعد عن فكرة «تبسيط» المادة ، فهناك اعتقاد تجري التجارب المديدة منذ سنوات لاثباته وهو : كما ان جزيئة المادة تتألف من أجزاء أصغر منها ، كذلك فان الجسيمات التي تؤلف الذرة ( سواء ما ذكرنا منها أو ما لم نذكرها ) تتألف بدورها من أجزاء أصغر .

والرأي السائد حالياً هو ؟ ان جميع هذه الجسيمات تكون من جسيمات أصغر منها تدعى «الكوارك» . وبالنسبة لبعض العلماء فان هناك ثلاثة أنواع من هذه الكواركات تسمى : ( بي : P ) ، ( ن : n ) و ( لامدا : Lambda )

كوارك بي : يحمل شحنة موجبة مقدارها  $\frac{2}{3}$  من الشحنة .

كوارك ان ، وكوارك لامدا : يحصل كل منهما شحنة سالبة مقدارها  $\frac{1}{3}$  . شحنة .

وحسب هذا الرأي فانه عندما يتحد كواركان من نوع ( بي p ) مع كوارك واحد من نوع ( ان n ) فاننا نحصل على بروتون واحد ، وعندما يتحد كواركان من نوع ( ان n ) مع كوارك واحد من نوع ( بي p ) فاننا نحصل على نيوترون واحد . مع كوارك نوع ( ان n ) وعندما يتحد كوارك نوع ( بي p ) مع كوارك نوع ( لامدا Lamda ) فان الناتج هو جسيم (لامدا) (1) .

ولكن أمن الممكن شرح وتفسير المادة بثلاثة أنواع فقط من الكواركات ؟ لماذا لا يكون عدد الكواركات ستة وليس ثلاثة ؟! ولماذا لا يكون العدد اثني عشر وليس ستة ؟ حتى ان التجارب الأخيرة أظهرت

---

(1) عند اتحاد كواركين من نوع ( بي p ) مع كوارك من نوع ( ان n ) يكون مجموع الشحنات كما يلي :

$$2 \times \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = \frac{1-4}{3} = \frac{3}{3} = 1 + \text{اي شحنة}$$

موجبة واحدة ( اي نحصل على بروتون ) وعند اتحاد كواركين من نوع ( ان n ) مع كوارك من نوع ( بي p )

$$2 \left( \frac{1}{3} \right) + \left( \frac{2}{3} \right) = \frac{2}{3} + \frac{2}{3} = \frac{4}{3} = 1 + \frac{1}{3}$$

متعادلة ( نحصل على نيوترون ) ،

وعند اتحاد كوارك ( بي p ) مع كوارك ( ان n ) مع كوارك لامدا :  
 $\frac{2}{3} - \frac{1}{3} - \frac{1}{3} = 0$  اي متعادلة كهربائياً اي نحصل على جسيم لامدا المتعادل كهربائياً .

المترجم

وجود الكوارك الرابع والخامس (٢) •

ولا ندري بالضبط ماذا سيصادفنا أو سيواجهنا عندما ننزل الى مستوى الكوارك والى اساسه ، هذا ، علماً بان النزول الى أساس الكوارك ليس شيئاً هيناً أو سهلاً ، فنحن لا نستطيع حتى الآن توليد الطاقة التي ستطيع تجزئة البروتون أو النيوترون الى أجزائه •

اذن ؟ فان تجزئة الكوارك الى أجزائه سيقى خيالا وأملاً بعيداً  
لمدة طويلة من الزمن •

---

(١) بعد طبع هذا الكتاب تداولت الاوساط العلمية نبأ اكتشاف الكوارك السادس •

## ٦٩ الفصل الخامس

### الاشعاع

#### الزلازل داخل الذرة

قبل ان نتناول عملية الاشعاع ، علينا ان نوسع ونعمق معلوماتنا عن نواة الذرة بعض الشيء . ففي الفصول السابقة رأينا كيف ان نواة الذرة تتألف من بروتونات تحمل شحنات كهربائية موجبة ، ومن نيوترونات لا تحمل شحنة كهربائية .

قبل كل شيء علينا ان نستدرك على هذا التعريف ونقوم ببعض الإيضاح فنقول ؛ ان الأصح هو ان نقول ؛ بان النيوترون متعادل كهربائياً ولا نقول بانه لا يحمل أية شحنة كهربائية . ذلك لان البروتون وكذلك النيوترون - كما سنرى فيما بعد - يملكان صفة ان يكون أحدهما مصدراً للبشري أو نتيجة له ، فشلا ؛ يستطيع النيوترون التحول الى بروتون ذي شحنة موجبة مع الكترون ذي شحنة سالبة .

والآن لنشر الى صفة أخرى للنيوترون :

ان وجود النيوترون في نوى ذرات العناصر جميعها بجانب

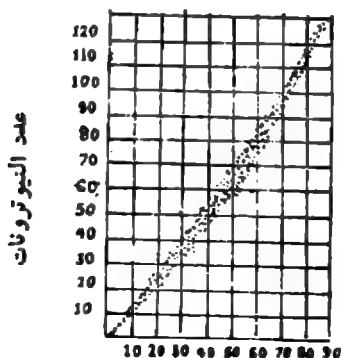
البروتون - عدا ذرة الهيدروجين - يشير الى ان هذا الجسيم يؤدي وظيفة الترابط والتماسك داخل نواة الذرة ، وبمعير آخر ؟ فان هناك علاقة قوية بين القوة النووية التي تقوم بمهمة ربط محتويات نواة الذرة مع بعضها وبين النيوترون .

في ذرة الهيدروجين لا توجد هناك حاجة لوجود النيوترون ، ذلك لأن نواة هذه الذرة لا تحتوي إلا على بروتون واحد . اما في الذرات التي تحتوي نواتها على بروتونين أو أكثر فان النيوترون سرعان ما يأخذ مكانه هناك حيث يؤدي وظيفته في منع البروتونات ذوات الشحنة الموجبة من التباعد والتنافر فيما بينها .

اذن ؟ فان البروتون لا يستغني عن النيوترون ، فهل يستطيع النيوترون الاستغناء عن البروتون ، أي هل يمكن وجود نيوترون بدون بروتون ؟! لقد أظهرت التجارب اننا ان قمنا بزل مقدار من النيوترونات عن البروتونات ووضعناه لوحده ، فانا نلاحظ ان نصف هذا المقدار سيتحلل وينقلب كل نيوترون منه الى بروتون والكترون ( أي يتحلل الى ذرة هيدروجين ) بعد مضي (١٣) دقيقة فقط .

واذا عكسنا الأمر ، وعزلنا مقدراً من البروتونات ؟ فان العملية نفسها ستكرر ، ولكن كل بروتون سيتحلل الى نيوترون مع بوزترون . عندما نلقي نظرة على قائمة العناصر نلاحظ ؟ ان نيوتروناً واحداً لا يكفي لكل بروتون ؟ فكلما كبرت نواة الذرة زاد عدد النيوترونات عن عدد البروتونات ، غير ان هناك حد معين لهذه الزيادة ، فإذا زاد الفرق بين عدد البروتون وعدد النيوترون عن هذا الحد ، أصبحت نواة الذرة في وضع غير مستقر ، ويرينا الشكل المجاور النسبة الواجبة وجودها بين البروتونات والنيوترونات المكونة لنواة مستقرة للذرة .

فحسب هذا الشكل فإن (٤٠) بروتوناً يحتاج الى (٥٠) من النيوترونات لتكوين نواة مستقرة ، وان (٧٠) من البروتونات يحتاج الى (١٠٠) من النيوترونات .



عدد البروتونات

وفي حالة تغير هذه النسبة تحدث ظاهرة الاشعاع . وإذا كان من الضروري إعطاء تعريف مختصر لعملية الاشعاع فالتا نستطيع ان نقول ؟  
بأنها عملية تحول نواة ذرة من حالة غير مستقرة الى حالة مستقرة .



ان النيوترون الذي يقلف جسيمة بيتا ( اي يقلف الكترونا) يتحول الى بروتون ، كما ينتشر جزء من الطاقة ايضا في هذه الاثناء .

وتشاهد مثل هذه العملية ، ( أي عملية الاشعاع ) ، عندما نعرض نواة ذرة كربون مؤلفة من (٦) بروتونات و (٦) نيوترونات الى سيل من فذائف البروتون ، اذ يختل التوازن بين عدد البروتونات والنيوترونات نتيجة السيل المنهمر من البروتون ، ونحصل على ذرة غريبة من الآزوت تحتوي على (٧) بروتونات و (٦) نيوترونات . ونظراً لقلّة عدد النيوترونات ، فإن نواة هذه الذرة تكون في حالة قلقة وغير مستقرة . لذا سرعان ما ينفذ من النواة بوزترون واحد (أي الكترون موجب) ، وبذلك تنقص شحنة موجبة واحدة ، ويزيد عدد النيوترونات نيوتروناً واحداً (١) ، وتكون النتيجة اننا نحصل على ذرة كربون تحتوي نواتها على (٦) بروتونات و (٧) نيوترونات .

وقد يحصل العكس أيضاً ؛ ففي حالة زيادة عدد النيوترونات تقوم نواة الذرة بقذف جسيم بيتا ، وهو الكترون ذو شحنة سالبة . ويخلق هذا الكترون من النيوترون ، وبانقذاف هذا الجسيم يتحول النيوترون الى بروتون (٢) .

ولا تقتصر عملية الاشعاع على كونها نتيجة عدم توازن النسبة بين عدد البروتونات وعدد النيوترونات ، فقد تحدث أيضاً نتيجة زيادة عدد البروتونات ، فالعناصر التي يكون عددها الذري (٨٤) أو اكثر ، يعتبر تعدد البروتونات خارج حدود الاستقرار ، هما كان عدد النيوترونات فيها ، اذ لا يمكن ان يزداد عدد الشحنات الموجبة دون حدود ؛ لأن نواة الذرة

- 
- (١) العملية تتم بتحول بروتون واحد الى بوزترون واحد ينقذف خارج النواة ونيوترون واحد .  
 (٢) كما تم شرحه سابقا ، فان النيوترون يتحول الى بروتون مع الكترون .

( المترجم )



لا يمكن استيعابها ، لذا فانها تميل للتحويل الى نواة أصغر وفي حالة استقرار .

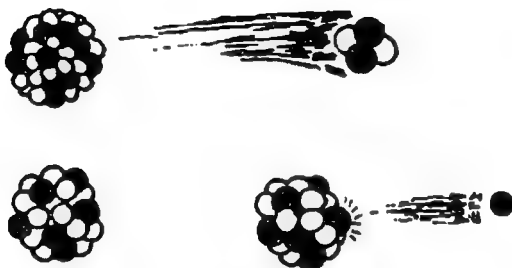
في مثل هذه الحالات يفصل جزء من النواة ، وعادة ما يكون هذا الجزء المفصل هو جسيم «ألفا» الذي يتألف من بروتونين ونيوترونين ( أو بعبارة أخرى هو : نواة الهيليوم ) .

وسواء أكان الجسيم المشع هو «ألفا» أم كان جسيم «بيتا» ، فإن موضع مثل هذه الذرة يتغير في ترتيب قائمة العناصر . فإن كان الجسيم المشع هو «ألفا» فإن نواة الذرة تكون قد خسرت شحنتين موجبتين ، وهذا يعني نقصان العدد الذري بمقدار عشرين . فمثلاً : عندما يشع ( يورانيوم - ٢٣٨ uranium ) أشعة «ألفا» يتغير وضعه في قائمة العناصر من العدد الذري (٩٢) الى العدد الذري (٩٠) ، أي يتحول الى عنصر الـ «بروتاكتيوم» .

أما في حالة نشر اشعاع «بيتا» فلكونه يؤدي الى زيادة بروتون واحد في النواة ، فإن العدد الذري لتلك الذرة يصعد رقماً واحداً ، فعندما تقوم ذرة البزموت ( Bismuth ) بنشر جسيم «بيتا» فإن عددها الذري سيرتفع من (٨٣) الى (٨٤) متحولة بذلك الى ذرة الـ «بولونيوم» .

نعيد الى أذهان القراء الكرام ما سبق وان قلناه : من ان العناصر التي تملك عدداً كبيراً من البروتونات تكون في حالة غير مستقرة ، لذا فإن نقصان العدد الذري لليورانيوم ٢٣٨ - في المثال السابق من (٩٢) الى (٩٠) لا يحل المسألة نهائياً ، لان العنصر الجديد لا يزال غير مستقر ، لذا فإن عملية الاشعاع ستستمر ... نعم ستستمر ولكن الى أي حد ؟

الجواب هو : ان عملية الاشعاع ستستمر حتى الوصول الى حالة



(فوق)

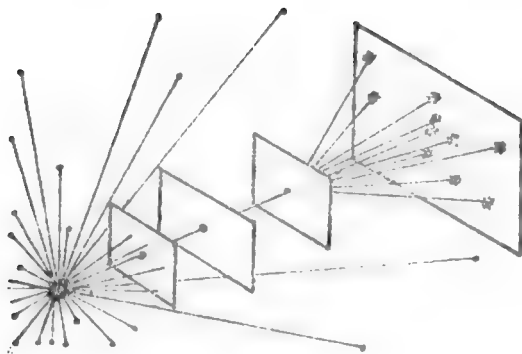
جسيمة «ألفا» عبارة عن بروتين ونيوترونين يتم قلقلها من نواة مادة مشعة .

(تحت)

اما جسيمة «بيتا» فتتلف من احدى نيوترونات النواة حيث يتحول ذلك النيوترون الى بروتون .

عنصر مستقر . ولما كانت العملية المتسلسلة للاشعاع تؤدي في معظم الاحوال الى نزول العنصر في سلم قائمة العناصر درجتين درجتين . ولكن لما كان هذا النزول يجري في كل مرة بإرسال جسيم «ألفا» المتكون من بروتونين ونيوترونين . فان هذا يعني تناقص البروتون والنيوترون بشكل متساو . والنتيجة الحتمية لمل هذا التناقص هو اننا سنصل عند مستوى معين الى وضع غير متوازن بين البروتونات والنيوترونات .

مثلا ؟ عندما يقوم ( اليورانيوم - ٢٣٨ ) باشعاع جسيم «ألفا» فان عدد البروتونات لديه يتناقص من (٩٢) الى (٩٠) ، كما يتناقص عدد النيوترونات من (١٤٦) الى (١٤٤) نيوترونات ولكن لما كان (١٤٤) نيوترونات يعتبر عدداً فائضاً عن حاجة (٩٠) بروتونات ، لذا يتم اشعاع جسيم



في التجربة الموضحة في الشكل اعلاه وضع جسم مشع خلف طبقتين سميكتين من الرصاص وهاتان الطبقتان تستطيعان ابقاء جسيمات الفا التي ينشرها الجسم المشع . ولكن الثقب الموجود في وسط هاتين الطبقتين يسمح لقسم من جسيمات الفا بالتلوذ خلاله . ومن خلال مرور هذه الجسيمات من خلال لوح معدني رقيق يؤمن انتشارها وتوزعها وعندما تصطلم هذه الجسيمات اخيرا بالطبقة الاخيرة يشاهد وميض يلمع تارة ويخفت اخرى .

• بيتا هذه المرة ؛ ليصعد درجة واحدة ، أي الى العدد الذري (٩١) ٠٠٠ وهكذا تستمر العملية ٠٠٠ أي أن كان عدد النيوترون فائضاً ثم أشعاع جسيم «بيتا» ؛ اما ان كان عدد البروتون هو الفائض ثم أشعاع جسيم «ألفا» . وعلى هذا النوال يستمر هذا العنصر في النزول والصعود ضمن قائمة العناصر حتى يستقر في أحد نظائر الرصاص Pb ( عدده الذري ٨٢ ) ، فالرصاص ؛ هو المحطة الأخيرة أو المستقر الأخير لكل العناصر المشعة التي يزيد عددها الذري عن (٨٤) .

وتختلف فترة عملية الاشعاع ، ويعبر عن هذه الفترة بتعبير أو مصطلح ( عمر النصف Half - life ) • وعمر النصف ؛ يعني ؛ الفترة اللازمة لتقصان شدة أشعاع كمية معلومة من العنصر الى نصف قيمتها الأولى • ويتراوح هذا العمر بين جزء من عشرة ملايين جزء من الثانية الى مليارات السنين حسب نوع المادة المشعة •

مثلاً ؛ ان عمر النصف لعنصر «البولونيوم» هو (١٤٠) يوماً ، فلو أحضرنا (٢٠٠) غم من هذا العنصر لرأينا ان (١٠٠) غم منه يتم اشعاعها ، أما الكمية الباقية والبالغة (١٠٠)غم فإن نصفها (أي ٥٠ غم منها ) يشع في (١٤٠) يوماً آخرأ ، ثم يحتاج نصف الكمية الباقية (أي ٢٥ غم) الى (١٤٠) يوماً آخرأ لأتمام اشعاعها ٠٠٠ وهكذا تستمر العملية على هذا المنوال •

ان تعبير «عمر النصف» مفهوم يلفه الغموض ؛ فسواء أأحضرت ذرتين من عنصر مشع أم أحضرنا مائة مليار ذرة ، فإن نصف هذين المقدارين سيتم اشعاعه في فترة «عمر النصف» • ولكن أية ذرة من هذه الذرات ستشع أولاً ؟ ليس في امكاننا معرفة ذلك ، كل ما نستطيعه هو تخمين الكمية التي سيتم اشعاعها •

يوجد في الغلاف الجوي المحيط بنا أحد نظائر الكربون بكمية قليلة جداً وهو ؛ (الكربون-١٤) الذي يملك (٨) نيوترونات و (٦) بروتونات وهو من المواد المشعة • ويبلغ عمرها النصفى (٥٥٦٨) عاماً ، ويتكون بسبب الاشعاعات الكونية ، ويوجد ضمن ثاني أوكسيد الكربون الموجود في الجو • و (الكربون-١٤) مع كونه نادراً ، الا انه موجود ، لذا فإن في امكاننا رصد آثاره في النباتات أيضاً ، وعندما تموت النباتات وتختلط بالتراب ، ينقطع تزودها بثاني أوكسيد الكربون من الخارج ،

ألا ان (الكربون-١٤) - الموجود ضمن ثاني اوكسيد الكربون المتص من قبل النبات عندما كان حياً - يستمر في عملية الاشعاع . ولما كانت الفترة الزمنية اللازمة لاتمام اشعاع هذا العنصر المشع معلوماً ، أصبح في إمكاننا بأجراء بعض الحسابات من التوصل الى عمر النباتات المتحجرة ، ومعرفة قبل كم ألف سنة ماتت ، وهكذا فإن عملية الاشعاع تعطينا وسيلة جيدة لالقاء الأضواء على الهود الموهلة في القدم من عمر أرضنا .

أضافة الى صدور أشعة «ألفا» وأشعة «بيتا» من نواة الذرة أثناء عملية الاشعاع ، يصدر نوع آخر من أشعة كهرومغناطيسية يدعى « أشعة كاما » . وتنتشر هذه الأشعة كناتج ثانوي لعملية أشعاع « ألفا » واشعاع « بيتا » ، كذلك ، ويعود السبب في ذلك الى ظهور فصلة من الطاقة نتيجة التغيرات التي جرت في نواة الذرة .

ومع ان أشعة «كاما» تشبه أشعة «أكس» من ناحية الماهية ( انظر الى الطيف الكهرومغناطيسي ) ، الا أنها تملك طاقة اكبر وقابلية أكبر في النفوذ الى الأجسام من أشعة «أكس» . وبسبب خواصها تلك ، نرى أنها تستخدم بمقياس واسع في المجالات الطبية . فاشعة «كاما» التي نتحصل عن طريق عمليات الاشعاع الصناعية تستخدم في تشخيص بعض الأمراض كما تستخدم في علاج مرض السرطان (Cancer) .

من جانب آخر ؟ فإن الاشعاعات الناتجة عن عملية التحلل الاشعاعي قد تكون نفسها سبباً في الأمراض التي تستخدم في العلاج منها . وتعتبر اشعة «كاما» وجسيمات «بيتا» (الالكترونات) أقل هذه الاشعاعات ضرراً ، فاشعة «ألفا» مثلاً تعتبر أخطر من أشعة «كاما» أو «بيتا» بعشرين مرة ، لان من المحتمل جداً ان تقوم جسيمات « ألفا » بسلب الالكترونات من مختلف ذرات جسم الانسان الذي نفد

اليه محاولة أياها الى أيونات ، وهذا قد يؤدي الى تغييرات معينة في بنية الخلايا ، فإذا كانت جزيئات مهمة جداً مثل جزيئات D.N.A هي المعرضة لمثل هذه التغييرات ، فإن هذا سيكون مشابهاً - كما يقول العلماء - بالعبث بكمبيوتر دقيق ، لأن هذا قد يؤدي الى إعطاء معلومات خاطئة لجزيئات D.N.A التي تخزن فيها شفرات الوراثة والتي يعتبر كل منها بمثابة كومبيوتر صغير ودقيق جداً ، مما قد يؤدي الى ظهور أمراض عديدة في مقدمتها مرض السرطان . لذا يستفاد من خاصية الهدم التي تملكها العمليات الاشعاعية في علاج السرطان ، فتوجه الاشعة الى الخلايا والاورام السرطانية لأتلافها .

في حياتنا الاعيادية نتعرض دوماً الى الاشعاع ، وتعتبر أشعة الشمس والاشعاعات الكونية المصادر الرئيسة لذلك ، هذا إضافة الى تعرضنا لأشعاع المواد المشعة من حولنا ؟ مثلاً عندما نراجع المستشفى ونأخذ صور الاشعة للفحص ، فإن أجسامنا تتعرض لأشعاع المواد المشعة ، غير ان هذه المقادير تعتبر أقل بكثير من مستوى الخطورة ، بل نيين ؟ ان تأثير النضوح النووي الذي حدث مؤخراً من بعض المفاعلات النووية في الولايات المتحدة الامريكية لم يكن ضاراً بالدرجة التي كان يظن سابقاً . حتى ان التأثير الضار لتلوث الجو نتيجة تشغيل المفاعل بالفحم يفوق التأثير الضار للمواد المشعة في المفاعلات النووية ، مع ملاحظة شيء هام وهو ؟ ان الاشعاعات النووية تستلزم اتخاذ تدابير واحتياطات غاية في الدقة ، وان خطأ أو تقصيراً بسيطاً قد يؤدي الى كوارث مفعمة .

## الفصل السادس

### الانشطار النووي

#### اساس القنبلة الذرية

سنرى في الفصول القادمة ؛ كيف ان قوة هائلة لا يصدقها العقل تكمن داخل ذرة غاية في الصغر . ولنعط هنا مثالا واحداً :

لو فرضنا اننا قمنا بتحويل جميع الذرات الموجودة في الحجر الذي يستعمل لطبع كلمة ( الذرة Atom ) الى طاقة ، فان هذه الطاقة تكفي لرفع ثقل مقداره عشرة أطنان الى ارتفاع كيلو متر واحد من سطح الأرض .

أنشاء عملية الانشعاع - التي تناولناها في الفصل السابق - تحرر كمية كبيرة جداً من الطاقة من جزء صغير جداً من الذرة . فمثلاً ؛ نرى ان الطاقة التي تحرر من نصف كيلو غرام من اليورانيوم عند تحوله الى رصاص ، تعادل الطاقة المتحررة من حرق نصف مليون طن تقريباً من الفحم . غير أن عملية الانشعاع تجري بصورة بطيئة في الطبيعة ، ويستغرق اكمالها وقتاً طويلاً . ولكن أصبح بالامكان ومنذ أربعين سنة تقريباً تسريع هذه العملية وتقليص هذه المدة ، وتجميع الطاقات الناتجة عن عملية الانشعاع الحادثة بشكل انفرادي في الذرات والاستفادة منها .



ان العملية التي نطلق عليها ؛ عملية الانشطار (\*) ( Fission )  
 نحدثها بشكل اصطناعي في المواد المشعة ( مثلا في ذرة اليورانيوم-٢٣٥ )  
 ولكن بطريقة مختلفة بمض النوى عن الطريقة الاعيادية التي تم فيها  
 عملية الاشعاع . فاذا قمنا بارسال نيوترون واحد من الخارج الى ذرة  
 (اليورانيوم-٢٣٥) ، فان نتيجة التصادم تكون نواة جديدة ومختلفة وقلقة  
 جداً ، وفي هذه الحالة لا يكفي لشل هذه النواة انقلقة وغير المستقرة ان  
 تنبع اشعة ألفا أو أشعة بيتا لكي تصل الى الحالة المستقرة والى حالة  
 التوازن بل تقسم ذرة «اليورانيوم» مشكلة نواتين مستقلتين . مجموع  
 عدد البروتونات في هاتين النواتين الناتجتين من هذا الانشطار يجب ان  
 يكون (٩٢) بروتوناً وهو عدد البروتونات التي كانت موجودة في  
 اليورانيوم الأصلي . وهذا قد يتم بطرق متعددة ، ولكن ظهور عنصر  
 الكريبتون ( Krypton ) ذو (٣٦) بروتوناً مع عنصر الباريوم  
 ( Barium ) ذو (٥٦) بروتوناً هو أكثر الاحتمالات الواردة نتيجة  
 هذا الانشطار .

لا تنتهي عملية الانشطار بهذا ، اذ يتحول جزء من الكتلة الى طاقة  
 أثناء ظهور وتكون نواتي ذرتين مختلفتين ، كما يظهر هنا مقدار فانض  
 من النيوترون . ويؤدي هذه النيوترونات المتدفقة والمتصادمة مع الذرات  
 الأخرى الموجودة حولها الى انشطار هذه الذرات . فأن كان عدد  
 (\*) يجب ان لا نخلط بين عملية الانشطار ( Fission ) وعملية  
 الاندماج ( Fussion ) سنتناول . عملية الاندماج ، في الفصل  
 التالي .



النيوترونات المتكونة عند الانشطار الأول نيوترونين اثنين . فان هذين النيوترونين سيقومان بشطر ذرتين أخريين من عنصر اليورانيوم القريبين منهما . ثم تقوم النيوترونات الأربعة الناتجة من انشطار هاتين الذرتين بأجراء عملية الانشطار في أربع ذرات مجاورة لها ... وتنتشر العملية على هذا النوال التصاعدي .

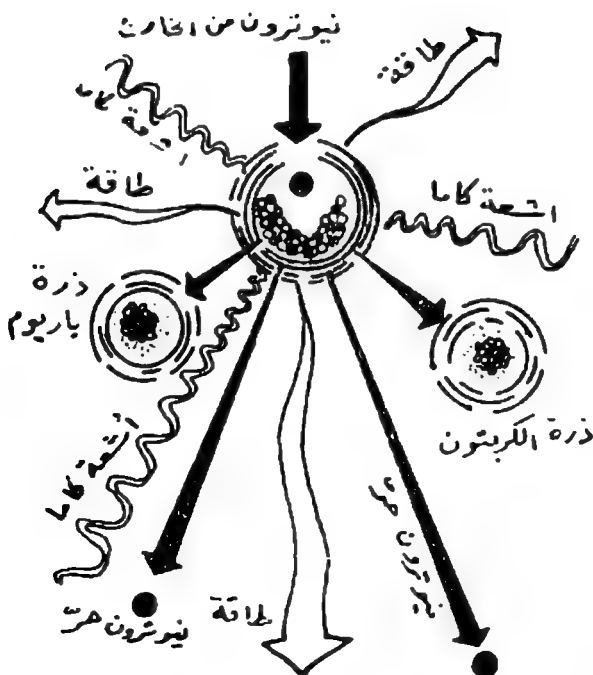
ومن الطبيعي انه بموازاة عمليات الانشطار التصاعدية تصاعد كميات الطاقة المتحررة على نفس النوال التصاعدي . فإذا أخذنا بنظر الاعتبار ان كل عملية انشطار لا تستغرق الا جزءاً من خمسين مليار جزء من الثانية ، علمنا كيف اننا نحصل على طاقة كبيرة جداً في فترة تقل عن الثانية الواحدة . بكثير . وتقدر الطاقة الناتجة عن عمليات الانشطار في غرام من الذرات بأربعة آلاف مليار سعة (١) .

عندما أقيمت القنبلة الذرية ( المصنوعة على أساس عملية الانشطار ) لأول مرة على مدينة هيروشيما اليابانية في ٦ أغسطس (آب) سنة ١٩٤٥ تحولت مساحة تقدر بـ (١٠) آلاف كيلو متر مربع من هذه المدينة ( أي بنسبة ٦٠٪ منها ) الى خرابٍ بشكل تام ، أما عدد القتلى والجرحى والمفقودين فقد بلغ (١٣٠) ألف نسمة تقريباً .

ان استعمال الطاقة النووية - التي تعتبر من أهم اكتشافات العصر الحديث - كأداة تخريب وأداة قتل وإفناء لعشرات الآلاف من الأفراد في لحظة واحدة ، والى عاهات وتشوهات مدى العمر لعشرات الآلاف من البشر ، لا يزال معلقاً في الأذهان عبرة لمن أراد ان يعتبر ، وقد أدت هذه الحادثة الى قيام كبير من علماء الفيزياء بترك وظائفهم ومنهم نتيجة لتشمور العامر بالندم وبغضب الضمير ، ومن يدري فقد تكون مأساة

(١) أي ٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ و ٤٠٠٠ سعة .

( المترجم )



القنبلة الذرية رسالة خطاب الى انسان القرن العشرين لتوجيه أنظاره الى حقيقة معينة .

ان الطاقة الكامنة داخل الذرة ليست غنية لا صاحب لها اكتشفت مكثدا صدفة ، بل هي نعمة مزجاة لخير الانسان وفائدته ... هذا الانسان الذي خلق بحيث يستطيع ان يبحث عن هذه النعمة وان يجدها ، فقد جهز بدهاغ له قابلية وله سعة نقل رسائل عددها أكثر بكثير من

اعداد جميع الذرات الموجودة في الكون<sup>(١)</sup> ... وهذا الانسان يستطيع ان يستعمل النعمة التي يتوصل الى اكتشافها أما في الشكر والخير أو في النجود والشر ... فالطريق الأول يلائم انفاية من خلق الانسان من جهة ، ويفتح آفاقاً واسعة أمامه من جهة أخرى بحيث يرى الانسان أن الكون كله مسخر له ولخدمته ، ومن الممكن الاشارة الى آيات عديدة في انقرآن الكريم تومىء الى هذه الحقيقة .

لتأمل معجزات الأنبياء ... ألا ترون ان القرآن الكريم عندما ينقل لنا أخبار هذه المعجزات يومىء - في نفس الوقت - الى الأهداف المرسومة أمام البشرية لموغلها<sup>(٢)</sup> ؟

١٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠

٢

(١) ان سعة دماغ الانسان في نقل الرسائل هي رسالة .

[انظر الى : «الدماغ والنظم العصبي في الانسان للبروفسور اندكودر آيهان سونكر» .

أما عدد الذرات في الكون فيضمن انه حوالي  $10^{80}$  ذرة . فاذا كنت تملك جهاز حاسبة ، فسرعان ما تعرف ان  $10^{80}$  أقل من  $10^{100}$  ، وحتى لو فرضنا أننا أرتكبنا خطأ جسيماً عند حساب عدد الذرات الموجودة في الكون ... لنقل مثلاً ؟ ان عدد الذرات انني قمت بحسابه ليس الا جزء من ألف مليار جزء من العدد الحقيقي للذرات الموجودة في الكون وهذا يعني ان العدد الحقيقي ليس  $10^{80}$  وانما هو  $10^{100}$  ومع هذا فان هذا الرقم يبقى عدداً صغيراً  
١٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠

٢

جداً بالنسبة للرقم  
(٢) يشير المؤلف هنا الى رأي المفكر الاسلامي الكبير سعيد النورسي الذي يرى : ان معجزات الأنبياء ترسم لنا الحدود النهائية والغايات النهائية للعلم . لمعجزة المسيح - عليه السلام - يشير الى الهدف

فالنبي عيسى - عليه السلام - يشفي الأمراض ويحيي الموتى . وما  
هو عام الضب قد وصل الى مشارف العلاج الموقت للموت .

والنبي سليمان - عليه السلام - يحضر اليه في لحظة واحدة عرش  
بالمقيس . . . وما هو التلفزيون ينقل أمام أنظارنا آخر الأخبار والحوادث  
من أقصى العالم ( الغريب أننا نرى ونسمع من التلفزيون - الذي يعتبر  
نعمة الهية (٢) للإنسان - اسطورة ان الطيعة خلقت نفسها بنفسها ) .

بعد التجربة الأولى والآلية للقبلة الذرية بدأت الجهود تتوجه  
للاستفادة من الطاقة الذرية لصالح وخير الإنسانية كذلك ، فبعد وضع  
سنوات من نهاية الحرب العالمية الثانية قامت الولايات المتحدة الأمريكية  
بصنع أولى محطة كهربائية تعمل بالطاقة النووية .

وفي شهر كذ ٧ من سنة ١٩٥٤م صنعت في الولايات المتحدة  
الأمريكية القواسة «ناويلوس» ؛ التي تعمل بالطاقة النووية والتي بلغت  
كلفتها (٥٠) مليون دولار . وكان من أهم مميزات هذه القواسة قدرتها  
على البقاء لمدة طويلة تحت الماء . أما القواسة النووية الثانية « تريتون »  
فقد كانت أكبر من الأولى وأستطاعت ان تجوب العالم عام ١٩٦٠ في (٨٤)  
يوماً ( في الفترة بين شهر شباط وشهر مايس ) .

وحالياً يبلغ مجموع المفاعلات الكهربائية - المحطات الكهربائية -  
التي تعمل بالطاقة النووية - اذا استثنينا بلدان الستار الحديدي - (١٧٠)  
محطة تنتج ما يزيد عن (٤٠) مليار كيلو واط/ساعة من الطاقة  
الكهربائية .

---

النهائي لعلم الطب ومعجزة النبي سليمان - عليه السلام - يشير  
الى ان العلم سوف ينقل ، ليس الاصوات والصور ، بل الأجسام  
ايضاً . . . الخ .

(٣) لان الله تعالى خلق الوسائل التي أدت الى اختراع التلفزيون ، كما  
انه خلق الإنسان بالذكاء الكافي لاكتشاف واستخدام هذه الوسائل .  
( المترجم )

## الفصل السابع

### الاندماج النووي

#### القنابل الهيدروجينية المنفجرة في الشمس

إن عملية الانشطار النووي ( Nuclear Fission ) تجري بتحول مواد كبيرة للذرة إلى أجزاء أصغر . أما عملية الاندماج النووي ( Nuclear Fusion ) فإنها تجري بشكل معاكس . إذ تتولد من اندماج نوى ذرات بسيطة ( كذرة الهيدروجين ) نواة أكبر ، ويتحرر مقدار كبير من الطاقة أثناء عملية الاندماج هذه .

وقد نستطيع - إلى حد ما - تعريف عملية الاندماج النووي ؛ بأنها عملية تحول ذرات الهيدروجين ( Hydrogen ) إلى ذرات الهليوم ( Helium ) ، والانفجارات الذرية التي تحدث في مراكز النجوم وفي مركز الشمس هي من هذا النوع ، إذ تولد ذرة هليوم واحدة نتيجة اتحاد أربع ذرات من الهيدروجين مع بعضها أثناء هذه الانفجارات ، أما عملية الاندماج فتجري على النحو التالي :



نفسه . فاعتباراً من مقدار كتلة الشمس ومقدار وشدة انبعاثها النووية الجارية فيها ، الى المسافة المناسبة التي توجد فيها أرضنا من الشمس - التي هي مصدر حياتنا - الى تلقي أرضنا ضوء الشمس فانيل الصبح ، نرى ان كل هذه التدابير المتسلسلة التي تكمل الواحدة منها الأخرى قد اتخذت بالشكل الصحيح ولولاها لما تيسرت لنا بل الحياة ( يجب ألا تنسى اننا تناول هنا حلقة واحدة فقط من سلسلة التدابير المذكورة وهي الحلقة المتعلقة بموضوع الحرارة ) .

ان قيام انسان متفكر (منصف) بتغيير واستاد سلسلة كل هذه التدابير المقعدة والمحكمة والدقيقة الى الصدفة أو الى «شعوره» ! المادة المكونة للشمس وللأرض أو الى مفهوم غامض ومجهول كالطبيعة خالي من الشعور ومن انجاة ... ان مثل هذه المحاولات لا تستطيع دمي هذه الحياة الرائنة الى حضيض الصدق العمياء ولكنها قد تغلج في اثبات ان صاحبها لا يستحق الحياة .

هل يمكن ان تتحقق عملية الاندماج النووي على سطح كوكب الأرضية ؟ هل يمكن ان تتحقق هذه العملية نظراً لوجود المادة الأولية الضرورية لها بوفرة ؟ اذ مقابل ندرة عنصر اليورانيوم الضروري لانعام عملية الانشطار النووي ( Fission ) فان عنصر الهيدروجين متوفر على انبساطات الموجودة في أرضنا ، ولكن علينا ألا تنسى شرطاً ضرورياً جداً لتحقيق عملية الاندماج النووي ( Fusion ) وهو : الحرارة . ففي درجات حرارة عالية جداً فقط يمكن اتحاد ذرات الهيدروجين ببعضه

---

(١) يبلغ ميل محور الأرض (٢٣°) تقريباً . وهذا الميل الدقيق والمحسوب هو الذي يحقق حدوث الفصول الأربعة ويؤمن امورا أخرى عديدة .  
( المترجم )

مكونة ذرة الهليوم ؟ ولكي نأخذ فكرة تقريبية عن درجة هذه الحرارة نقول : بأن العمليات النووية التي تتم في باطن الشمس تجري في درجة حرارة (١٥) مليون درجة مئوية .

ليس من السهل أبداً أن نحقق في أرضنا درجة الحرارة اللازمة لجريان عمليات الاندماج النووي ، ولكنه ليس مستحيلاً : إذ نستطيع تأيين الوصول الى مثل هذه الحرارة بتفجير قنبلة ذرية ناتجة عن عملية الانشطار النووي . إذن فإن فما بوضع الهيدروجين بنسب معينة حول قنبلة ذرية فإن الحرارة المنبعثة من تفجير القنبلة الذرية نستطيع تأمين عملية الاندماج النووي .

ويطلق اسم القنبلة الهيدروجينية على القنابل التي تعمل بهذا الأسلوب ، وتبلغ تأثيرها مئات بل آلاف أضعاف تأثير القنبلة النووية .

ولم يتمكن أحد حتى الآن من استعمال عملية الاندماج النووي في أية غاية أو هدف سوى القتل والتخريب . وقد تم وضع مشروع يبدأ في أساسه الولايات المتحدة وروسيا واليابان وبعض الدول الأوروبية اعتباراً من ١٩٨٠ بالبحث عن إمكانية استعمال هذه العملية لصالح الإنسانية . أما العملية الوحيدة التي تتم فيها تحويل عملية الاندماج النووي لصالح الإنسانية فهي العمليات التي تجري داخل فون ذري بعددنا (١٥٠) مليون كيلو متر<sup>(١)</sup> من قبل خالق الكون دون أن يكون لنا تدخل فيها .

---

(١) المقصود هنا هو : الشمس .



## الفصل الثامن

### الموجات

#### اية اعمال تنجزها ذرة هواء واحدة ؟

هناك تعريف لاذع يصف مقدار عجز أحد رجال الدولة القدامى  
اذ يقول : [ لم يكن يستطيع ان يعمل شيئين في وقت واحد أبداً .. فلا  
يستطيع مثلا ؛ ان يمضغ لبناً وان يمشي في نفس الوقت ] .

صحيح ان هذا وصف مبالغ للعجز ، ولكن دعونا لا ننسى ان أكثرنا  
قابلة لا يستطيع انجاز عملين متضادين أو ثلاثة في نفس الوقت بسهولة .  
فمثلا ؛ نستطيع ان نقود سيارة وان نتحدث في نفس الوقت وان نمضغ  
اللبن كذلك ، ولكننا لا نستطيع ابداء نفس المهارة عندما تملق الفعاليات  
التي تقوم بها بالفعاليات الذهنية وليست بالافعال الانعكاسية . فمثلا ؛  
لا نستطيع ان ندون ملاحظات من كتاب بيد ، وان نكتب رسالة باليد  
الأخرى . كما أن الشخص الذي يقوم بمهمة الترجمة بين شخصين  
يتحدثان بلغتين مختلفتين يحتاج الى فاصلة زمنية مطومة أثناء الحديث لكي  
يفهم أولاً ثم لكي يقوم بالترجمة تانياً ... ونستطيع ضرب أمثلة عديدة  
حول هذا .

نحن هنا نتحدث عن قابلية الإنسان ... عن قابلية أرقى وأكمل وأعقل كائن في هذا الكون ، فإن تدرجنا في النزول الى أسفل حتى نصل الى الذرة ، أي الى أصغر جزء من المادة الخالية من الحياة ومن الشعور ، فانتا نتوقع هبوطاً مطرداً في القابلية ، وزيادة في المعجز كلما هبطنا درجة الى أسفل .

ولكن الأمر ليس كذلك ...

١

فهذه الذرة التي يبلغ قطرها ————— من الستمر قد

١٠٠٠٠٠٠٠٠٠

أعطيت قابلية أكبر بكثير من قابلية الانسان ، بحيث انها تستطيع ليس أنجاز عدة أعمال فقط بل أعمالاً لا تعد ولا تحصى في نفس الوقت .

أنت جالس مثلاً على أريكة في ركن من أركان غرفتك تطالع كتاباً ، وضوء الشمس او ضوء المصباح الكهربائي ينتشر بواسطة جزيئات وذرات الهواء من حوائك ، وينعكس على كتابك وعلى عينيك مما يمكنك من القراءة . وتقوم هذه الجزيئات وهذه الذرات نفسها بإيصال حرارة الشمس أو حرارة المدفأة اليك . وفي الوقت نفسه قد تكون مستمعاً للمذياع ؟ وهنا تقوم ذرات الهواء بنقل الموجات الصوتية الصادرة من المذياع الى أذنيك . وفي هذه الأثناء قد يرق جرس الباب أو يرن جرس الهاتف ، أو قد يبكي طفلك ، أو يرتفع صوت زوجتك من المطبخ تدعوك الى القيام بوظيفتك في تخفيف الصحون ... كل هذه الأصوات تنقل أيضاً اليك بواسطة ذرات الهواء دون أي تدخل فيما بينها . كما ان هذه الذرات لا يهمها اختلاف اللغات ، لأنها تنقل اليك جميع اللغات دون أي خلل أو تشويه أو تدخل .

وبجانب كل هذا ؛ فان ذرات الأوكسجين الموجودة ضمن نفس ذرات الهواء تدخل رتيك أثناء التنفس ، وتقوم بحرق الغذاء وتؤمن بذلك الحرارة اللازمة لجسمك ، وعندما تخرج تساعد فمك ولسانك ولسانك وحجرتك في تأليف الكلمات والأصوات .

ويعتبر ما عددناه آنفاً جزءاً صغيراً جداً من المهمات التي تستطيع الذرات والجزيئات المؤلفة منها من القيام بها ، ذلك لأننا نعلم ؛ ان هذه الذرات نفسها تقوم بكل الوظائف والفعاليات التي تخطر على البال اعتباراً من الفعاليات الجارية في أجسادنا .. الى الاشياء التي نتمسكها ... الى الفعاليات النووية الجارية في النمس مصدر حياتنا ... الى جميع الفعاليات الجارية في أبعد ركن في الكون الهائل .

وهكذا نبين لنا ؛ ان الدقة والروعة والقدرة الموجودة في بنية الذرة لا تقل بحال من الأحوال عن الدقة والروعة والقدرة الملاحظة في الكون ككل . ولكن هذه الدقة والنظام الملاحظ في الذرة وفي الكون ليس الا نتراً لنقدرة المطلقة وليست نفسها . فأنك مثلاً ، تستطيع مشاهدة النمس معكبة على امرأة صغيرة ، وتستطيع ان تحلل ضوء الشمس بمنشور زجاجي الى ألوان سبعة أصلية متميزة بعضها عن بعض ، الا ان ما نشاهده في هذه المرايا هي صفات الشمس فقط ، اذ لا يستطيع أحد أن يدعي ان الشمس موجودة في تلك المرأة الصغيرة ، أو في ذلك المنشور الصغير .

لقد أودع الخالق القدير والحكيم في هذه الذرة الصغيرة التي خلقها - والتي لا نستطيع حتى الآن رؤيتها - قابلية وصلاحيات ان تكون اللبنة الاساس لهذا الكون الهائل الذي يقدر بمليارات السنين الضوئية ، فالأصوات التي تصل الى أسماعنا ، والحرارة التي تصلنا من مدافئنا ، والكلام الذي صدر من أفواهنا ، والنور الذي يصل الى

أبصارنا ... كل هذه الأمور تتم بواسطة الذرات أو أجزاء الذرات .  
فالصوت مثلا نوع من أنواع الطاقة ، والجزئية الأقرب الى مصدر  
الصوت تلتقط هذه الطاقة وتنقلها الى الجزئية التالية ، وهذه الى الجزئية  
التالية ... وهكذا تستمر عملية النقل هذه . ونحن نطلق على هذه  
العمليات التسلسلة اسم ( الموجات Waves ) .

يمكن إعطاء مثال كلاسيكي لتعريف العملية التوجية بحادثة ألفاء  
حجارة على سطح ماء ساكن ، وما يتبعه من حدوث حلقات متتابعة حوله .  
أو لنفرض أننا ربطنا جبلا بمقبض باب وأمسكنا بالطرف الثاني من الجبل  
بأيدينا وقمنا بهزه صعوداً ونزولاً ، فالتنا نرى حدوث موجات اعتباراً من  
طرف الجبل بيدنا ، ومنتهاً حتى الطرف المربوط بمقبض الباب .

الناحية المهمة في هذين المثالين هي : ان الموجات الحادثة سواء في  
الماء أو في الجبل ، لا تتحرك في الحقيقة حركة أفقية . فالطاقة التي تحدثها  
الحجارة الملقاة في الماء تنتقل الى الماء المحيط بالحجارة مما يولد فيه حركة  
صعود ونزول . وسرعان ما تنتقل هذه الطاقة - أي طاقة حركة الصمود  
والنزول - وتسرى باتجاه الخارج . ويمكن مشاهدة وملاحظة "شيء"  
نفسه في مثال الجبل ، فالجبل لا يتصلص من يدك ، ولكن الحركة الموجية  
للجبل تنتقل باتجاه مقبض الباب .



الأمثلة السابقة كانت توضح الموجات العرضية  
( Transverse Waves ) . وهناك أيضاً موجات طولية  
( Longitudinal Waves ) ، ويمكن شرح هذا النوع من الموجات

بسال نابض مرتبط أحد طرفيه بموضع ثابت ، فان قمنا بضغط النابض من طرفه الحر ثم تركناه فان هذا الضغط ينتقل بشكل موجة الى الطرف الآخر . والفرق في هذه الحركة الموجية عن الحركة الموجية السابقة هو؛ ان الحركة في النوع الاول هي حركة عمودية على مستوى الانتشار الفوجي ، بينما الحركة في النوع الثاني تكون باتجاه الأمام والخلف نتيجة الضغط الحاصل في النابض .

### الصوت : Sound

تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية ( مثل : أشعة كاما ، أشعة أكس ، الأشعة فوق البنفسجية ، الأشعة فوق الحمراء ، الضوء الاعتيادي والموجات ايراديوية ) بشكل موجات عرضية . أما الموجات الصوتية ؛ فأنها تملك خواص الموجات الطولية خلال الهواء .

والتي . الذي تدعوه بـ «الصوت» ليس الا تضاضط وتخلخل الهواء بالتتابع لذرات الهواء بين مصدر الصوت وبين آذاننا .

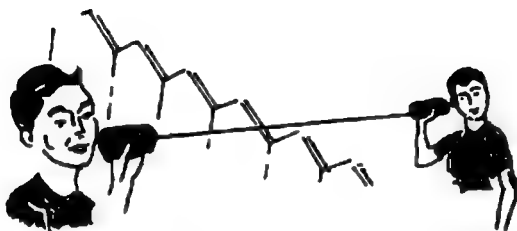
فلنأخذ أوتار الطنبور كمثال على مصدر الصوت ، فان اهتزاز هذه الأوتار يقوم بضغط الهواء المجاور لها ، وبتمير آخر ؛ فان الطاقة تنتقل من أوتار الطنبور الى الهواء ( نلاحظ عملية مماثلة لهذا عندما نضرب كرة المضعدة بالمضرب ، اذ تنتقل الطاقة من المضرب الى الكرة التي تتحرك ) .

بعد أن تقوم أوتار الطنبور المتذبذبة بضغط الهواء ترجع الى الورا . فتفسح مجالا لذرات الهواء المتضغطة ، أي يفسح المجال لهذه الذرات للتوسع . في هذه الأثناء تكون الطاقة قد أنتقلت الى جزيئات الهواء الأمامية ، ثم تبدأ الجزيئات المتضغطة بالتوسع بعد تراجع الجزيئات الأولى، وهنا تضغط الجزيئات التالية القريبة ... وهكذا يسير الصوت بالانتقال

خلال ذرات الهواء حتى يخفت ويضمحل .

وينبغي ألا ننسى بأن هذه العملية ( أي عملية حدوث الصوت ) التي تناق بمليارات لا تعد ولا تحصى من الذرات لا تحدث لوحدها أبداً ، فكما ذكرنا في بداية الفصل ؛ فإنا نستطيع سماع عدة أصوات ومن مصادر مختلفة في نفس الوقت ، صحيح ان تعدد الأصوات قد يربك أذهاننا . ولكنه لا يستطيع أوباك الجزيئات الموثقة بمهمة نقل هذه الأصوات ، علماً بأن ما نطلق عليه اسم «الصوت» لا ينحصر فقط فيما نستطيع سماعه اذ ان أذن الانسان لا يستطيع سماع الا الأصوات التي تتراوح ذبذبتها بين ( ٢٠ - ٢٠٠٠٠ ) ذبذبة في الثانية . وكل تذبذب خارج هذين الحدين لا نحس به . ولكي تعلم مدى ضيق هذه الحدود يكفي ان نقول ؛ بان كل جسم متحرك في هذا الكون يصدر صوتاً اعتباراً من الدماء التي تجول في عروقنا ... الى الفعاليات الجزيئية الجارية في خلايانا ... الى انفجار النجوم ... الى الفعاليات الجارية في الشمس ... الى تصادم الشهب والنيازك بسطح القمر .

غير انه إضافة الى عدم سماعنا الأصوات الخارجة عن حدود السماع المذكور أعلاه ، فإنا لا نسمع الضوضاء الصادرة من الفضاء الخارجي وذلك لعدم وجود الوسيط الناقل للصوت . لان الموجات الصوتية تنتقل في الماء وفي الهواء وفي الأجسام الصلبة ( كالخشب مثلا ) ولا تستطيع الانتقال في الفراغ ، أي لا تستطيع الانتقال عند عدم وجود الوسيط الناقل لها . صحيح اننا لا نستطيع الادعاء بان الفضاء الخارجي فارغ كلياً ، اذ توجد نظريات عدة ترى بان الفضاء الذي يبدو فراغاً لأعيننا مملوء فسي الحقيقة بمادة ( الأثير Ether ) الذي يملك بنية مختلفة تماماً عن بنية الذرة وأصغر منها . ولكن على أية حال فإن هذه المادة لا تملك بنية سالحة لنقل الموجات الصوتية .



نستطيع الموجات الصوتية الانتشار في اوساط مختلفة ، لذا يمكن  
التخاطب بجبل مربوط بعلبتين من علب الصليح الفارغة التي تستعمل كل  
منها كسماعة الهاتف .

ان الصوت الذي يصل الى اُساعنا نتيجة تطبيق ضغط على ذرات  
الهواء ، يضيف ضغطاً ميباً على الهواء إضافة الى الضغط الجوي الموجود  
أصلاً ومقدار الضغط المضاف يتغير حسب شدة الصوت . فبينما يبلغ  
الضغط الذي يولده صوت خفيف أوراق الأشجار نتيجة هبوب نسيم

٢

خفيف \_\_\_\_\_ من الضغط الجوي ، نرى أن ضغط

١٠٠٠ ر ٥٠٠٠ ر ١٠٠٠٠ ر ١٠٠٠٠٠

الصوت الذي يولد محرك طائرة نفاثة والذي نسمعه على بعد (٥٠) متر  
... قد يبلغ (٣٠) ضغطاً جويّاً .

من جانب آخر لما كانت الموجات الصوتية عبارة عن نقل طاقة ، نرى  
ان الجسم الذي يمتص هذه الموجات يسخن ولكن مقدار الحرارة  
المكتسبة يعتبر شيئاً ضئيلاً بالنسبة لمقاييسنا . فلو عرضنا جسماً لصوت  
محرك طائرة نفاثة فالتنا نحتاج الى انتظار (١٢) ساعة لكي يبلغ مقدار  
الحرارة الناتجة من امتصاص الصوت سرعة واحدة لكل سنتيمتر  
مربع منه .

ومهما أطينا في ذكر أهمية الصوت في حياتنا فانا لا نكون مبالغين ،  
 إذ يمكننا اعتبار حاسة السمع أهم حاسة بعد حاسة البصر ، حتى ان هذه  
 الحاسة ( أي حاسة السمع ) تستطيع القيام مقام حاسة البصر في بعض  
 الحيوانات ، فالخفافيش تصدر اصواتاً فوق السمعية بذبذبة قدرها ( ١٣٠ )  
 ألف ذبذبة في الثانية . ومن اتجاه الصدى المرتد لهذه الأصوات والزمن  
 الذي يترقرقه في الارتداد يستطيع الخفافيش قياس أنواع الأجسام المحيطة  
 به وأحجامها وبعدها عنه . لذا فان الخفافيش يستطيع ان يطير في الظلام  
 العالك وأن يقوم بجميع حركات المناورة بصورة آتية تفوق لمن أحدث  
 الطائرات المجهزة بالنظم الرادارية .

فإذا عرفنا ان الانسان بذكائه المدهش الذي يستحق الإعجاب لم  
 يستطيع التوصل للاستفادة من النظام الراداري الا سنة ١٩٣٥م أي بعد  
 آلاف من سنوات حضارته ، عرفنا مدى الصعوبة في تفسير كيفية عمل هذا  
 النظام الراداري بشكل مدهش في الخفافيش قبل ملايين السنين .

فان قمنا بتفسير ظهور الخفافيش بنظرية التطور ( Evolution )  
 أي أننا ان تخيلنا ان مثل هذه المنظومة المدهشة ( منظومة الرادار ) ظهرت  
 للوجود لوحدها ونتيجة لدواعي الحاجة ، فان هذا يعني ؛ ان هذا الخفافيش  
 الصغير يملك ذكاء وعبقرية كبيرة وسيطرة كاملة ، وهندسية على جسده ،  
 فاذا كان الأمر كذلك ؛ فلماذا بقي هذا الحيوان في مرحلة التوحش حتى  
 الآن ؟! ألا يحتاج هذا الى تفسير وإيضاح ؟!

على أية حال ؛ فان اسناد الذكاء والعبقرية الى الخفافيش ليس الجنون  
 الوحيد الذي أحترقه العقل الانساني . فهذه الظاهرة وغيرها من الظواهر  
 الأخرى التي لا تمد ولا تحصى ، بل ان ظهور الكون نفسه أسند من قبل  
 البعض الى مجموعة من الصدف الميأه أو الى كون هذه الظواهر الرائعة



أثراً من آثار الطبيعة المحرومة من العقل ومن الثمور حتى أننا كثيراً ما نسمع ونشاهد هؤلاء البض وهم يتحدثون بكل «جديده» ! ! وبكل «علمية» !! في شاشات التلفزيون .

إذا ادعى أحدهم بأن مركبة الفضاء «فوياجير» التي ترسل لنا أنباء سياحتها خلال نظامنا الشمسي معلومات قيمة عن النجوم والسيارات البعيدة، مع كل الأجهزة الدقيقة التي تحتويها ليست الا نتيجة حادثة عارضة حدثت في أرضنا أنطلقت على أثرها الى الفضاء وبدأت بإيغاف وظيقتها من ذلك اليوم حتى الآن ... إذا ادعى أحدهم هذا الادعاء لما كان من الصعوبة أبداً الحكم على مدى توازنه العقلي والنفسي دون ان تكون هناك ضرورة لأن تكون أخصائياً في الأمراض العقلية . ولكن أليس من الغريب ان هؤلاء - الذين كان من المفروض ان يكون مكانهم في مستشفى الأمراض العقلية - أصبحوا يصعدون الدواب التلفزيونية ؟!

شيء غريب حقاً ...

أليس كذلك ؟!

### الحرارة : ( Heat )

ان الحرارة - مثلها في ذلك مثل الصوت - شكل من اشكال الطاقة . فكل حركة للذرة أو للجزيئة لابد ان يظهر معها مقدار من الحرارة ، ويشمل هذا التعريف كل الأجسام ، حتى حرارة الأجسام التي تبث القنصلرية الى أجسادنا لبرودتها .

هنا لابد لنا من وقفة قصيرة حول الطاقة :

تنقسم الطاقة ( Energy ) الى مجموعتين رئيسيتين ؛

( Potential Energy )

١ - الطاقة الكامنة

( Kinetic Energy )

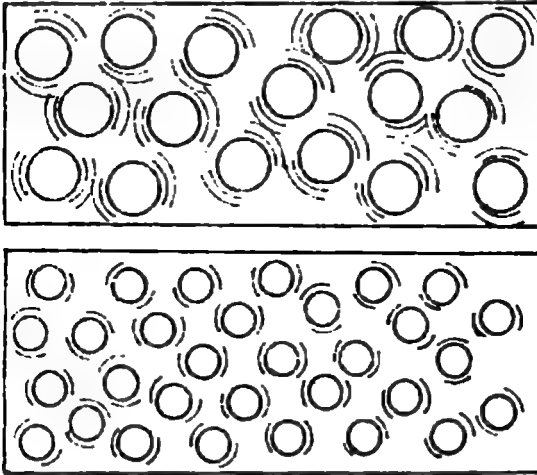
٢ - الطاقة الحركية

الطاقة الكامنة لأي جسم ؛ هي مدى قابلية ذلك الجسم في انجاز «شغل» معين . أو بتعبير آخر ؛ هي مقدار الطاقة التي يجب صرفها لكي يبلغ جسم ما مستوى القدرة على انجاز «الشغل» ، فالحجارة الموجودة على قمة صغيرة تملك طاقة كامنة . ذلك لان الحجارة لكي تكون على قمة تلك الصخرة فلا بد من صرف طاقة معينة تنضب على قوة جاذبية الأرض كما ان الوتر الذي يؤثر ويوضع في حالة الاستعداد لرمي السهم يملك مثل هذه الطاقة ، والقاترة المتهمة للحركة ، والرصاصة التي تنتظر الانطلاق أيضاً طاقة كامنة .

ان سقوط الحجارة من قمة صخرة الى الأرض هو تحول الطاقة من كامنة الى حركية . كذلك الأمر بالنسبة لانطلاق السهم من الوتر ، أو لحركة القاترة ، أو لانطلاق الرصاصة من فوهة البندقية . وكل الحوادث التي تجري حولنا أو في الكون ليست الا عبارة أما عن تغيير شكل الطاقة من شكل الى آخر - كما سبق شرحه - أو عن انتقال الطاقة من ذرة الى أخرى أو من جزيئة الى أخرى ، فاعتباراً من جسيمات الذرة ... الى ذرات الهواء الذي تنفسه فان كل شيء في حركة دائبة ومستمرة ، لذا فانه يملك طاقة حركية ، اذ لا مكان هناك للكسل والبطالة في الكون .

من المفيد ان نتذكر ؛ ان الطاقة والحرارة متلازمان دائماً . فكما زادت الحرارة زادت الحركة ، وكلما زادت الحركة زادت الحرارة ، وكما يتذكر القارئ فقد ذكرنا ؛ بان القوة الرابطة بين ذرات المصادر

نؤمن عن طريق الالكترونات المتجولة بشكل حر ، ولهذا السبب ان أي معدن - مهما بدا لنا بارداً - يملك حرارة معينة ، ذلك لأن مصدر شعورنا بالحرارة أو بالبرودة من محيطنا الخارجي يرجع الى الفرق في درجة الحرارة بين حرارة أجسامنا وحرارة الأجسام المحيطة بنا . وإذا زادت درجة حرارة جسم معدني باستمرار فإن حركة الالكترونات فيه تزداد باستمرار الى حد لا يمكن معها الإمساك بالجزيئات بقوة مع بعضها ، وهكذا يبدأ ذلك الجسم بالتحول الى الحالة السائلة .



(فوق)

الذرات تكون في حالة حركة حتى في الأجسام الصلبة .

(تحت)

فإذا أعطيت لها الحرارة زادت هذه الحركة .

ان الطاقة المصروفة لتحويل الجسم من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة تستعمل كلها في اضعاف قوى الترابط بين الجزيئات ، ولهذا السبب فان درجة حرارة قطعة الجليد لا ترتفع أثناء تميئها وتحويلها الى سائل ، كذلك الأمر بالنسبة للماء الذي يغلي ويتحول الى بخار ، لان درجة الحرارة البالغة (١٠٠) درجة مئوية تقوم بفصل جزيئات الماء بعضها عن بعض وتحويله الى بخار ، لذا لا يمكن أن ترتفع درجة حرارة الماء المغلي عن هذه الدرجة (أي عن ١٠٠ درجة مئوية) (١) .

والآن لتعرض الحالة الماكسة ، فإذا قمنا بتخفيض درجة حرارة الغاز ، نأتا نكون بذلك قد قلصنا حركة الجزيئات وحددناها ، مما يؤدي الى تقاربها من بعضها البعض ، فإذا وصل التقارب الى حد معين ، تحول الغاز الى سائل ، فان واصلنا تخفيض درجة الحرارة فان في الأمكان تحويله الى جسم صلب . ولكن التحول الى جسم صلب لا يعني توقف فعالية أو حركة الجزيئات بشكل نهائي ، فان هذا لا يتم الا عند وصول الجسم الى درجة الصفر المطلق ، ولكن الوصول الى هذه الدرجة من الحرارة ( أي الى الصفر المطلق Absolute zero ) ليست عملية سهلة كما قد يتصور ، بل هي مستحيلة في الحقيقة . فان الفضاء الخارجي مع كونه بدأ يفقد حرارته منذ (١٥) مليار سنة تدريجياً ، ولكنه مع هذا لم يصل بعد الى الصفر المطلق بل وصل الى حرارة فوق درجة الصفر المطلق بثلاث درجات مئوية . كما ان الجهود التي بذلت في المختبرات العلمية للوصول الى هذه الدرجة قد باءت بالفشل .

---

(١) هذا بالنسبة للماء الصافي المقطر . اما ان كانت هناك مواد ذائبة في الماء فان درجة الغليان ترتفع فوق ١٠٠ م° .

( المترجم )

درجة الصفر المطلق تقل عن درجة الصفر المثوي بـ (٢٧٣°م) ويصير عن هذه الدرجة بـ (صفر) درجة كلفن . ودرجات كلفن تتناسب الدرجات المثوية من ناحية الوحدة ، فإن زيادة مقدارها درجة مثوية واحدة تقابلها زيادة مقدارها درجة واحدة كلفن . لذا فإن الصفر المثوي يقابل (٢٧٣) درجة كلفن تقريباً .

في البحوث المختبرية أمكن الاقتراب كثيراً من درجة الصفر المطلق بحيث لم يبق سوى جزء من مليون جزء من الدرجة المثوية للوصول إليها ، ومع أنه يؤمل الاقتراب من هذه الدرجة بحيث يكون الفرق جزء من مليار جزء من الدرجة المثوية إلا أنه تم التأكد من استحالة الوصول التام الى هذه الدرجة .

### ••• نلرجع الى الحرارة

نظراً لكون الحرارة شكلاً من أشكال الطاقة ، فإن في الامكان تحويل أي شكل من أشكال الطاقة ( سواء أكانت طاقة كهربائية أم طاقة كيميائية أم ميكانيكية أم ووية ) الى طاقة حرارية . فالتيار الكهربائي المنار من جهاز تدفئة كهربائية يتحول الى طاقة حرارية تدفئ ما حوالها . ويحدث الشيء نفسه عند احتراق الفحم في مدفئنا ، اذ يتحد الكربون الموجود في الفحم مع الأوكسجين الموجود في الهواء مكوناً ثاني أوكسيد الكربون المتألف من ذرتين من الأوكسجين مع ذرة واحدة من الكربون ، وفي أثناء هذا الاتحاد يتحرر مقدار من الطاقة على شكل حرارة ( ولكن بمقدار واطئ جداً ) وعندما تنقل هذه الحرارة الى ذرات الهواء المجاور للمدفئة تزداد حركة هذه الذرات نتيجة زيادة طاقتها الحركية ، وإلى انتشار هذه الذرات في حيز أكبر مما يؤدي الى تناقص كثافته ( أي كثافة الهواء ) وهذا هو السبب في تصاعد الهواء الساخن الى أعلى لأنه يستطيع

التملص نوعاً ما من قوة الجاذبية بينما ينزل الهواء البارد من أعلى الى تحت لكونه أكبر كثافة ، وتستمر هذه العملية حتى تنتشر الحرارة في كسل أرجاء الغرفة ، ونحن نطلق على هذه الطريقة من انتشار الحرارة اسم التوصيل بطريقة الحمل .

وهناك طريقة أخرى لانتشار الحرارة نطلق عليها اسم طريقة التوصيل الحراري (Thermol Conduction) ؛ وفيها تنتقل الحرارة من ذرة الى أخرى أو من جزيئة الى أخرى ، فإذا قمنا بتسخين منرف سلك معدني فأننا نكون قد أكسبنا جزيئات هذا الطرف طاقة حركية تنقل تدريجياً حتى الطرف الآخر من السلك ، ونستطيع تشبيه هذه العملية بقيام شخص بوضع كتب على الرف بشكل شاقولي مع وجود مسافات معينة بينها ثم دفع وأسقاط أول كتاب . فهذا الكتاب سيسقط الكتاب التالي ، وبمسد فرة قصيرة تكون كل الكتب قد سقطت .

وهناك طريقة ثالثة لانتقال الحرارة ، وهي طريقة : «الإشعاع» التي نتناولها في الفصل القادم .

## الفصل التاسع

### التأيف الكهرومغناطيسي

#### كل الأضواء نتاج نفس العمل

كما هو معلوم ؛ فإن ضوء الشمس المنكسر خلال قطرات ماء المطر هو الذي يكون القوس والقرح ، والألوان التي نشاهدنا في القوس والقرح هي ألوان الاشعاعات المؤلفة للون الأبيض . وهكذا نرى ان اللون الأبيض نلتمس يتألف من الالوان التالية : البنفسجي ، الأزرق ، الأخضر ، الأصفر ، البرتقالي ، والاحمر .

ولكن هذه الألوان هي ألوان الاشعاعات التي نستطيع رؤيتها فقط ؛ انني تألف جزءاً صغيراً من مجموع الطيف الكهرومغناطيسي .

أما الطيف الكهرومغناطيسي فهو متألف من :

أشعة كاما ، أشعة أكس ، فوق البنفسجية ، الضوء المرئي ، تحت انحمر ، الموجات المايكروية ، والموجات الراديوية .

وكل هذه الأشعات - كما سترى فيما بعد - لا يختلف بعضها عن بعض الا من ناحية طول الموجة والتردد ، أما في الصفات الأخرى فهي متشابهة . وقبل ان نمطي التفاصيل حول هذا الموضوع علينا ان نعود لتذكر بعض الايضاحات التي وردت في موضوع الموجات .

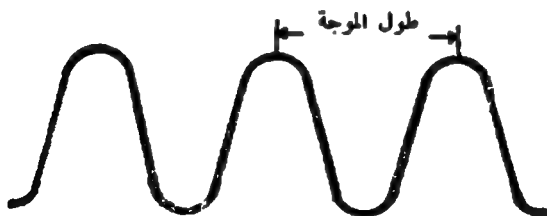
تتألف الموجات الكهرومغناطيسية من موجات عمودية على اتجاه سير الموجات ، كالموجات التي تولد في الماء نتيجة القاء حجارة فيه . وطول الموجة ؛ هي المسافة الموجودة بين قمتين متاليتين من هذه الموجات . أما عدد الموجات المتكونة في فترة زمنية قدرها ثانية واحدة فهو ما نطلق عليه اسم «التردد» .

كثيراً ما نسمع عبارة ( هرتز Hertz ) خصوصاً من المذياع ، وذلك نبيراً عن التردد . فطول موجة الضوء المرئي يتراوح بين ( ٤٠٠٠٠٠ مليم - ٧٠٠٠٠٠ مليم ) أما تردده ؛ فيبلغ ( ٥٠<sup>١٥</sup> ) تقريباً ، ويتراوح طول موجات الألوان اعتباراً من البنفسجي حتى الأحمر بين هذين الحدين ، وبعد هذا الحد ، أي حد اللون الأحمر تبدأ الأشعات تحت الحمراء ، حيث يتراوح طول موجاتها بين ( ٧٠٠٠٠ مليم - ١ مليم ) .

ولابد من الاشارة هنا الى ان ؛ قصر طول موجة الاشعاع يشير الى ندة ذلك الأشعاع ، فكلما قصر هذا الطول زاد شدة الاشعاع ، ذلك لأن جميع موجات الأشعاعات في الطيف الكهرومغناطيسي تسير بنفس السرعة ، وهي سرعة الضوء ( أي سرعة ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر/ثانية ) ، أي اذا كانت هناك موجة راديوية طولها (١) كم ، فعنى ذلك انها تعمل (٣٠٠) ألف دورة في الثانية الواحدة ( أي ٣٠٠ كيلو هيرتز ) ، وبمقابل هذا ؛ فان تردد أشعة كاما التي يبلغ طول موجتها (١٠<sup>-١٤</sup>) مليم يساوي ١٠<sup>٢٣</sup> تقريباً .



ونستطيع تشبيه هذا الأمر بموجات البحر التي تضرب الشاطئ ،  
ففي خلال مدة معينة نرى أن الموجات ان كانت قصيرة فإن عددها التي  
تصل الشاطئ . يكون أكثر من عدد الموجات الطويلة .



**طول الموجة هو المسافة بين قمتين متعاقبتين للموجة**

ولابد من الاشارة الى ان الموجات المايكروية والموجات الراديوية  
( الموجودة في جهة الموجات الطويلة للطيف الكهرومغناطيسي ) تكون  
بطريقة مختلفة عن باقي الموجات الأخرى . ذلك لأن الاشعاعات ذات  
الموجات القصيرة أمثال : أشعة جاما ، أشعة أكس ، الأشعة فوق  
البنفسجية ، وأشعة الضوء الأبيض ؛ يتكون كلها نتيجة التفريز  
الحاصلة داخل الذرات ، وحتى الأشعة تحت الحمراء ؛ تكون نتيجة  
اهتزازات وذبذبات الذرات والجزيئات ولكن الوضع يختلف بالنسبة  
للموجات المايكروية والموجات الراديوية ، إذ تكون هذه الاشعاعات من  
حركة الجسيمات المشحونة وليس نتيجة التفريز أو الفعاليات الجارية  
داخل الذرة . فمثلا ؛ هناك نجوم نيوترونية تعرف باسم « النجوم  
الناضة » تدور بسرعة كبيرة جداً حول محورها الى درجة ان  
الالكترونات تنغذف خارج النجم النيوتروني بالرغم من قوة الجاذبية

الكبيرة المسطرة عليها ، ولكن المجال المغناطيسي لهذه النجوم قوي الى درجة ان هذه الالكترونات لا تستطيع الهروب خارجه ، فتعود القهقري بعد ان ترسم قوساً في طريق الرجوع . واثاء هذا الرجوع تخفف الالكترونات بعضاً من طاقتها ، وهذه الطاقة المفقودة تنتشر في الفضاء الخارجي على شكل موجات مايكروية .

وتنتشر الموجات الراديوية من المحيط الجوي للنجوم نتيجة لحركة الجسيمات المشحونة أيضاً ، ويمكن مراقبة هذه الموجات من سطح أرضنا بواسطة المناظير الراديوية ، فالإرسال اللاسلكي والراداري والتلفزيوني والردديوي المعروف يتم عن طريق تحول الطاقة الحركية للالكترونات انرسل (الهوائي) الى موجات .

بالنسبة للموجات تحت الحمراء نستطيع الحديث عنها من الموضع الذي وصلنا اليه في الفصل السابق .

فلنا في الفصل السابق ؛ بان الهواء الساخن يصعد الى أعلى الغرفة وان تدفئة الغرفة تبدأ من فوق وتنزل تدريجياً الى تحت ، ومع ذلك فانا ان قمنا بفحص الأرضية تحت المدفأة مباشرة أو تحت جهاز التدفئة المركزية ( Caloriver ) لرأينا أنها أكثر سخونة من الأقسام الأخرى من أرضية الغرفة ، ونجد ان تسخين هذا الجزء لم يتم لا عن طريق التوصيل ولا عن طريق الحمل ، بل عن طريق ( الاشعاع Radiolous ) . وهذه هي الطريقة التي تتلقى بها الحرارة من الشمس . ولو لم تكن خاصية الانتشار عن طريق الاشعاع معطاة للحرارة ، لما كان باستطاعتنا الاستفادة من حرارة الشمس ولما أحسنا بها ، تماماً مثلما لا نحس ولا نسمع أصوات الانفجارات الضخمة التي تحدث في الشمس .

ذلك لأنه ليس بالإمكان انتقال الحرارة عن طريق الحمل أو عن طريق التوصيل هنا .

ومن أمتزاز الذرات والجزيئات للمصدر الاشعاعي تولد الاشعاعات تحت الحمراء . والحقيقة ان كل جسم تزيد درجة حرارته عن حرارة الصفر المطلق يشر اشعاعاً ، ولكن حواسنا لا تستطيع الأحساس الا بجزء ضئيل من هذه الاشعاعات . وقد أعطيت القابلية الكبيرة للأحساس بالأشعة تحت الحمراء لبعض الحيوانات مثل الأفعى ذات الأجراس ، وهذه القابلية تقوم مقام حاسة البصر لهذه الأفاعي حتى في الظلام الدامس ، ويشبه هذا قابلية الخفاش للأحساس بالموجات فوق الصوتية ( ultrasound ) .

بالنسبة للأشعاعات التي تقل أطوال موجاتها عن طول الأشعة تحت الحمراء فانها تكون نتيجة التغيرات الحادثة داخل الذرات .

لتناول هذه الأشعاعات اعتباراً من أقصرها موجة :

بالنسبة لأشعة گاما فانها تخلق - كما شرحنا سابقاً - نتيجة للتغيرات الجارية في نواة الذرة المشعة التي تكون ذات بنية قلقة وغير مستقرة . وبجانب أشعة ألفا وأشعة بيتا التي تصدر من مثل هذه الذرات تصدر كذلك كمية هائلة من الطاقة أيضاً والتي تعرف بأشعة گاما . ومقدار هذه الطاقة يساوي الفرق بين مجموع الكتلتين قبل الاشعاع وبعده . كما أن أشعة گاما تصدر عند اصطدام الألكترون مع نقيضه البوزترون وفناء كليهما .

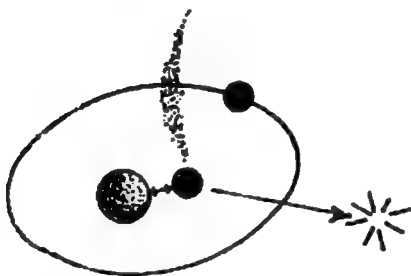
أما أشعة أكس فهي ناتج بعض العمليات الجارية في مستوى الالكترونات وليست في مستوى نوى الذرات . ويمكن الحصول على أشعة أكس بشكل عام عند تعريض المعادن الى وابل من الألكترونات .

ومن الممكن تخمين ما سيجري للألكترونات عندما تقذف بسرعة كبيرة على قطعة معدنية . فالقطعة المعدنية تبدو لنا قطعة صلبة متماسكة لا ثوب فيها ، ولكنها تبدو بالنسبة لأجسام مثل الألكترونات كمجرة كبيرة . فالإلكترونات تستمر في طريقها خلال المسافات الموجودة بين ذرات قطعة المعدن مثل أي نجم أو كوكب يدخل الى مجرة ما ، ولكن هذه السفرة لا تخلو من حوادث ، فذرات القطعة المعدنية في حالتها الاعيادية تكون مستمرة في فعاليتها الاعيادية في نظام وسكون ، كظام وسكون أية مجرة أعيادية ، فاذا دخل الى هذا النظام ضيف ما ، خاصة ان كان يملك مثل هذه السرعة الكبيرة ، فانه يكون سبباً لبعض الحوادث ، اذ تولد أشعة أكس أو اشعاعات أخرى أطول موجة وذلك حسب أهمية هذه الحوادث النجارية .

فاذا مر الألكترون أثناء سياحته داخل هذه القطعة المعدنية من مسافة قريبة جداً من نواة الذرة ، فان الشحنة الموجبة الموجودة داخل النواة وان لم تستطع إيقاف الإلكترون ذو الشحنة السالبة وسحبها اليها ( بسبب من سرعته الكبيرة ) فانها تجري عليه تأثيراً مهدئاً ومقللاً لسرعته ( أي عملية فرملة ) ، لذا فان الإلكترون المسرّع والذي يملك طاقة حركية معينة عندما يتعرض لمامل يخفض من سرعته ، فانه يفقد جزءاً من طاقته الحركية هذه . وهذا الجزء المفقود من هذه الطاقة يتقذف للخارج بسرعة الضوء وبحالة جسيم لا كتلة لها ، وهذا هو أشعة أكس .

ان شدة أشعة أكس الصادرة ترتبط بشدة القوة المهدئة لسرعة الإلكترون ( قوة الفرملة ) ، وقبل ان يتوقف الإلكترون تماماً ند يتعرض لعمليات فرملة عديدة ، وفي كل فرملة ينشر قسماً من الطاقة بشكل اشعة أكس .

لما في حالة تصادم الالكترون مع نواة الذرة فانه يرسل كل طاقته  
انفقودة على شكل جسيم لا كتلة له هو ؛ الفوتون .



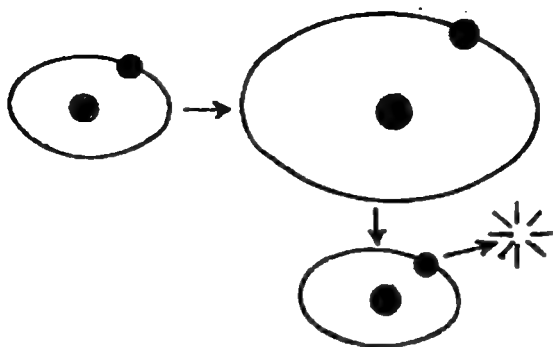
ان الالكترون الذي يتم كبح سرعته من قبل نواة الذرة يفقد طاقة معينة ،  
وهذه الطاقة تكون عبارة عن اشعة اكس التي تطلق خارجا .

المليية الأخرى التي نتج لنا أشعة اكس هي عملية التبادل  
الحاصلة في أماكن ومواضع الالكترونات ، ويمكن أيضا هذه العملية  
بمثال الرفوف الموجودة في خزانة ، فكل رف من هذه الرفوف له طاقة  
كاملة معينة ، فاذا سقط الرف الأول الى الأرض نتيجة حادثة ما تحولت  
الطاقة الكاملة الى طاقة حركية ، ويحول جزء من هذه الطاقة نتيجة  
السقوط الى صوت يصل الى أسماعنا . واذا قمنا بوضع الرف الرابع مكان  
الرف الثالث ، والثالث مكان الثاني فالتسا نكون قد غيرنا وضع الطاقة  
فيها بينها ، فاذا قمنا بعمل مكاكس ، أي اذا قمنا برفع الرف الأول ووضع  
وضع الرف الثاني فالتسا نكون قد أضفنا طاقة كاملة اليه .

وموقف مدارات الالكترونات الموجودة حول نواة الذرة بعضها من  
بعض يشابه موقف رفوف الخزائن ، اذ يمكننا اعتبار كل مدار من هذه

المدارات بمثابة مستوى معين من الطاقة ، لذا فان الالكترون لكي يصعد من مدار ( K ) الى مدار ( L ) يحتاج الى اكتساب طاقة معينة ، لتأخذ أبسط ذرة وهي ذرة الهيدروجين ، فإذا قمنا بإعطائها طاقة من الخارج فان الالكترون سوف يتبعد عن النواة ( اذ يصعد الى المدار ( L ) ، فإذا أريد لهذه الذرة ان ترجع الى حجمها السابق ، أي رجوع الالكترون الى مداره السابق ، فان على الذرة ان ترسل جزءاً من طاقتها الى الخارج .

لنعد الى تجول الالكترون داخل القطعة المعدنية ، فإذا اصطدم الالكترون المرسل من قبلنا الى القطعة المعدنية باحد الالكترونات الموجودة حول نوى ذرات المعدن دون ان يدخل مجال تأثير النواة ، فإنه ينتقل جزءاً من طاقته الحركية الى هذا الالكترون ، ونستطيع تشبيه ذلك باستخدام احدى كرات البلياردو بكرة أخرى . فإذا كانت الكرة المصطدم



• نستطيع ابعاد الالكترون عن النواة ان قمنا بإعطاء طاقة معينة للذرة . وفي حالة رجوع الالكترون الى وضعه السابق فان هذه الطاقة الفائضة تطلق خارجاً .

بها ساكنة فانها تتحرك بفعل الطاقة الحركية المتقولة اليها ، واذا كانت متحركة غيرت اتجاه سيرها .

نفرض ان الالكترون المقذوف من قبلنا اصطدم بالكترون موجود في المدار ( K ) ، فان هذا الالكترون - نتيجة للطاقة الحركية التي اكسبها - يفارق مكانه ، تاركاً مداره فارغاً ، ولكن هذا المكان لا يبقى فارغاً لمدة طويلة ، اذ لا يلبث أحد الالكترونات الموجودة في أحد المدارات الخارجية ان ينزل الى هذا المدار متأثراً بقوة جذب النواة ويسد بذلك النقص الموجود في المدار

هذا النزول يعني ان الالكترون فقد جزءاً من طاقته ( يشبه هذا نزول الرق من الصف الثالث الى الصف الثاني ) ، أما الطاقة المفقودة فانها تقذف الى الخارج بسرعة الضوء على شكل أشعة أكس .

ولكون موجات أشعة أكس - مثلها في ذلك مثل أشعة كاما - أنصر بكبر من طول موجات الضوء الاعتيادي ، فانها ( أي اشعة أكس ) نستطيع النفوذ الى الاماكن التي يعجز الضوء الاعتيادي من النفوذ اليها .  
وبتعبير آخر ؛ فان هذه الاشعاعات تمتص من قبل المواد بمقياس أقل .  
ولذا فان أشعة كاما واشعة أكس تتحللان في رؤية الأجزاء الداخلية للجسام التي لا ينفذ اليها الضوء الاعتيادي ( كجسم الانسان مثلا ) .  
فهي عملة التصوير باشعة أكس يوضع الجسم المراد تصويره ( يدنا مثلا ) بين مصدر أشعة أكس وبين لوحة الفيلم ( أو الشاشة ) ، فعندما ترسل أشعة أكس فانها تمر من الأقسام اللينة ( الأقل كثافة ) لايدينا بكل سهولة ، اما عندما تمر من العظام فان قسماً كبيراً منها يمتص من قبلها ، فالأقسام التي تمتص أشعة أكس تظهر في الفيلم أو في الشاشة بلون أبيض أما الأقسام الأخرى التي مرت منها الأشعة بكل سهولة فتظهر بشكل غامق .

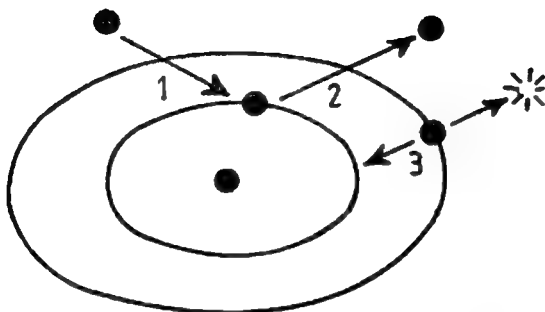
ولكون أشعة أكس وأشعة كاما تملكان خاصية تخريب وهدم الخلايا الحية ( لانهما تقومان بضمضة وتخريب نظام الألكترونات للذرات ) فانهما تستملان في القضاء على الأورام .

بالنسبة لكيفية تولد الأشعة فوق البنفسجية ( ultraviolet ) فانها تشبه العملية السابقة ، ولكن مع وجود فرق واحد وهو ؛ ان مصدر هذه الأشعة هو المدارات الخارجية للذرة .

لنفرض اننا سحبنا من المدار الخارجي لذرة الكتروناً واحداً ، فان الذرة تتأين ، وبسبب زيادة الشحنة الموجبة للذرة فان الالكترونات الباقية ترتبط بانقواء برابطة أقوى ، والآن لسحب الكتروناتاً من نفس هذه الذرة ، فاذا لم تكن قوة سحبنا له كافية لأخراجه تماماً من مجال تأثير الذرة فانه يعود ثانية الى الذرة . واثاء عودته اما ان يأخذ مكانه السابق ويستقر فيه أو يستقر في مكان الالكترون الأول المسحوب من قبلنا . وفي كلتا الحالتين يقوم الالكترون ببعث طاقة معينة على شكل انشعاع كهرومغناطيسي . فاذا كان الالكترون قد رجع الى مكانه ، فان الانشعاع الصادر يكون على شكل أشعة فوق البنفسجية ، أما في الحالة الثانية فان الانشعاع يكون على شكل الضوء الاعتيادي .

لما كان ترك الالكترون لموضعه في المدار الخارجي يحتاج الى طاقة أقل مما يحتاجه الالكترون في المدارات الداخلية ، فان الانشعاع الذي ينشئه هذا الالكترون يكون ذا موجة أطول . وهذا الاختلاف في طول الموجة هو الذي يميز أشعة أكس وأشعة كاما عن أشعة الضوء الاعتيادي . ولهذا السبب يطلق على الالكترونات الموجودة في المدار الخارجي للذرة اسم ( الالكترونات الضوئية ) ( Optic electrons ) .





يشير الرقم (١) في الشكل الى الالكترون الآتي من الخارج . اما الرقم (٢) فيشير الى تصادم هذا الالكترون مع الالكترون الموجود في المستوى ( K ) من الدرة مما يؤدي الى قذفه الى الخارج ، ويشير الرقم ( ٣ ) الى هبوط الكترون آخر من احد المستويات الخارجية الى مستوى ( K ) وحلوله محل الالكترون الخارج ، وفي أثناء هبوطه هذا يفقد جزءا من طاقته ، وهذا الجزء المفقود من الطاقة ينتشر بشكل اشعة ( X ) الى الخارج .

أما الاشعة فوق البنفسجية فتستعمل في مجالات عديدة كأستعمالها في مصابيح الفلورسنت وفي الطب والصناعة ، وتمتلك خاصية القضاء على البكتريات .

تظهر نتيجة الفعاليات النووية الجارية في الشمس جميع أنواع الاشعاعات الكهرومغناطيسية ، ولكن كلما قصر طول الموجة في هذه الاشعاعات كلما قل احتمال وصولها الى الأرض ، ذلك لأن الجو المحيط بأرضنا خلق بخاصية فرز وتخلل الاشعاعات ذات الامواج القصيرة ، لكي نحفظنا من التأثيرات المهلكة لهذه الاشعاعات ، ونحن نستطيع التثبت من الأمواج الراديوية والامواج المايكروية عن طريق بعض الأجهزة الفلكية والبصرية ، ونستلم حرارة الشمس عن طريق الأشعة تحت الحمراء ،

ونستطيع مشاهدة رؤية ما حولنا بواسطة الضوء الاعتيادي ومن ثم تبدأ عملية الفرز والنح .

بالنسبة للأتمة فوق النفسية ؟ فان قسماً منها يمتص من قبل الغلاف الجوي ، أما القسم الباقي فيصاد معظمه من قبل الغبار الجوي ومن قبل الزجاج ، والملابس التي نلبسها .

أما القسم الأخير المتبقي فانه يكون قد انخفض الى نسبة مفيدة لأجسامنا ، لأنه يساعد على تكوين فيتامين ( D ) فيها ، والنسبة التي يجب وصولها اليها معمرة ووزونة ومحسوبة بشكل حساس جداً ، الى درجة أننا ان افرتنا قليلا في التعرض للشمس شعرنا بالام وبحرقه في جلودنا .

كما رأينا سابقاً ؟ فان اشعة أكس واثمة كما تعتبران اشعاعات خطيرة ولكن عمليات التصفية التي تمران بها في طبقات الجو المحيط بالأرض تزيل خطورتها .

ولابد ان نذكر القراء ؛ ان هذه الاشعاعات لا تأتينا من الشمس فحسب ، بل ان قذائف هذه الاشعاعات تنهال علينا من جميع أنحاء الفضاء الخارجي فاذا وضعنا جانباً خلق دنيانا وخلق الحياة فيها ، وتأملنا هذا التدبير الواحد فقط من بين التدابير التي لا تعد ولا تحصى لحفظ واستمرار هذه الحياة ، لرأينا مدى الروعة المتجلية فيه . فهل هناك حاجة لدليل آخر لوحداية الخالق الذي خلق الدنيا والحياة فيها وخلق الكون كله ؟! فكما يقوم المهندس المصمم للسيارة بوضع «الموقف»<sup>(١)</sup> لأنه قد حسب مقدماً ضرورة وضعها بجانب «المجلة»<sup>(٢)</sup> ، كذلك فان

(١) أي الفراجل .

(٢) أي دواصة البترزين .

خالق الأرض والشمس قد حسب أية اشعاعات من اشعاع الشمس  
وبأي مقدار يلزمنا ، وإية ترتيبات يجب وضعها حول الأرض لمنع  
الاشعاعات الخطرة من الوصول إلينا . ويمكننا ان نتخيل أية مأساة  
تحدث لو ان خطأ ما حدث في أي موضع من مواضع ترتيب الامان هذا .  
[ ان الله لذو فضل على الناس ولكن أكثرهم لا يشكرون ]  
سورة يونس / آية ٦٠

## الفصل العاشر

### نظرية الكم

#### « الجرعة حسب الحاجة »

رأينا سابقاً ؛ كيف ان جميع أنواع الاشعاعات الكهرومغناطيسية ومن ضمنها الضوء ؛ الذي ينير دنيانا ، ليس الا تساج معمل صغير يبلغ

١

فطرها \_\_\_\_\_ سم ( جزء من مائة مليون جزء من المستمر ) •  
١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠

والبقاع الممولة في هذا المعمل ، والنتوجات مهما اختلفت أنموال  
موجاتها ، تخرج خارجاً بسرعة الضوء «مطبقة» ضمن جسيم لا كلة له  
يسمى «الفوتون» •

هذا باختصار شديد هو لب النظرية المشهورة المعروفة بنظرية  
الكم، أو نظرية الكوانتوم ( Quantum theory ) .

كلمة «كوانتوم» أصلها لاتينية بمعنى : أي مقدار ؟ أو • أية حصة؟

فالفيزياء الكلاسيكية كانت تعتبر الطاقة حادثة موجية . أما النظرية  
النكبية فانها تعتبر الطاقة مؤلفة من جسيمات ومقسمة الى مقادير كالسادة  
نسباً . ولكن هذه النظرية تعتبر صحيحة للحوادث الجارية في مستوى  
السذرة .

فإذا كان مجال مساحة بحثنا واسعة<sup>(١)</sup> ومقادير «الكلمات» كبيرة ،  
فإن قوانين الفيزياء الكلاسيكية تأخذ المبادرة وتكون أحكامها جارية ،  
وهذا يعني أننا ننظر الى الطاقة مرة باعتبارها موجة ومرة باعتبارها  
جسيمات .

ويمكن ذكر نفس التواء بالنسبة لجسيمات الذرة ، فجميع هذه  
الجسيمات ان كانت في حالة حركية تتصرف وتسلط سلوك الموجات  
حب . نظرية الكم ، . وهذا السلوك يكون واضحاً خاصة في  
الجسيمات التي يبلغ صغرها صغر الإلكترون على الأقل . لذا يكون  
من الخطأ اعتبار الذرة نموذجاً مشابهاً تماماً وصغراً للنظام الشمسي ،  
فالإلكترونات الموجودة في مداراتها حول النواة لا تشابه الكواكب اندائرة  
حول الشمس ، والتي توجد عند لحظة معينة في موضع معين من هذه  
المدارات لأن الأصوب والأقرب الى الحقيقة تصور دوران هذه  
الإلكترونات في كل المدارات بحيث تكون «سحابة الكترونية» حول  
النواة .

قد يبدو غريباً لأول وهلة الظهور بمظهر الموجة مرة وبمظهر  
الجسيمات مرة أخرى ، ويمكن تشبيه هذا بمثل بسيط وهو اختلاف  
تصرف الضوء في دائرته عن تصرفه في بيته . فكما يوجد هناك فرق بين

---

(١) أي اذا كانت الظاهرة اكبر من الظواهر الجارية في مستوى الذرة .

ناحية تصرف الموطف في دائرته الرسمية مع رئيسه ومع رفقائه الموثقين  
ورع مروضيه عن تصرفه مع أفراد عائلته في البيت ، كذلك يختلف  
تصرف وسلوك المادة والطاقة حسب المواقف التي تجابهها .

ستطيع ان توضح القاعدة العامة التي يتصرف بمقتضاها الفسيح .  
الاشماعات الكهرومغناطيسية الأخرى في المواقف المختلفة كما على :

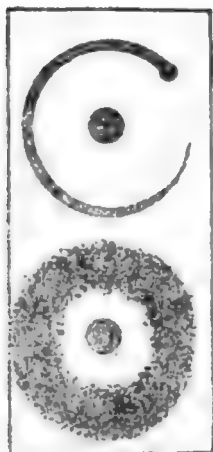
ان كانت هذه الموجات قد دخلت في تأثيرات متبادلة مع جسيم  
أخرى فانها تصرف كجسيمات ، أما أثناء سيرها وسياحتها وقطعها  
لمسافات فانها تصرف كموجات . ويمكن ملاحظة هذا من التأثيرات  
التي تحدثها اموجات الفضيوة الساقطة على معدن .وصل ، فعندما تصطدم  
اموجات الفضيوة بالجسيمات الموجودة في المعدن ، يتم تبادل مقدار من  
الطاقة بينهما . فكما يتم انتقال الطاقة الحركية عند اصطدام الالكترونات  
بعضها ببعض . كذلك تكسب الألكترونات مقداراً معيناً من الطاقة  
الحركية عند اصطدامها مع عتبة الفوتونات الحاملة للطاقة الفضيوة .

والطاقة التي تسلمها بعض الألكترونات الموجودة على سطح المعدن  
تكون كافية لزعزعتها من اماكنها ضمن القوة الرابطة الموجودة  
في المعدن . لذا فان مقداراً من الألكترونات يتقذف من السطح الخارجي  
لأي معدن معرض للضوء .

ونستطيع تشبيه ذلك باصطدام كوكب قادم من الخارج بالكوكب  
الخارجي الأبعد في منظومتنا الشمسية وابعاده وأخراجه عن مساره  
الأعتيادي .

وهذا هو السبب في استحالة رؤية الالكترونات حتى بأقوى المجاهر ،  
استحالة رؤيتها في أماكنها أثناء دورانها الأعتيادي . ذلك لأن رؤية أي

جسم لا تتم الا بانعكاس جسيمات الضوء (أي الفوتونات) الى أعيننا بعد اصطدامها بذلك الجسم ، وبما ان الالكترونات جسيمات صغيرة جداً ، فان اصطدام الفوتونات بها تعتبر حادثة لا يستهان بها ، اذ يغير - فهي الأقل - أماكنها .



الشكل العلوي يبين الصورة القديمة المتخيلة من الذرة ، والتي هي عبارة عن نواة تدور حولها الالكترونات . اما في التصور الحالي للذرة - والذي قمته نظرية الكم - فان الالكترونات لا تدور حول النواة كدوران الكواكب حول الشمس ، بل تقوم بتشكيل «سحابة» حول النواة ، ويوجد الالكترون في اية لحظة في اي مكان او موضع داخل هذه السحابة .

لأنك ان تمير وضبط كيفية تصرف الجسيمات والموجات حسب الظروف المختلفة ، ليس الا نتيجة تخطيط وتمور وحساب . ومن حيث

- طبعاً - البحث عن هذا الشمور والحساب في هذه الجسيمات والموجات ،  
والا يكون معنى هذا مشابهاً لو قمنا باستاد منبع ومصدر الضوء المنعكس  
لأعينا الى ذرات الهواء • صحيح ان لذرات الهواء مهمة ووظيفة  
توزيع الضوء الصادر من الشمس ، والا لما كان باستطاعتنا رؤية ما  
حولنا ، وهذا هو السبب في ان الفضاء يبدو خالئاً في الكواكب التي لا  
تلك جواً حولها ، وفي القمر وفي انفضاء الخارجي • ففي هذا الفضاء  
الخارجي لا يبدو أي شيء سوى الشمس والتجوم والأجسام التي تلتقي  
الضوء •

اذن : فكما ان الذرة - التي هي موضوع كتابنا - والتي تقوم مقام  
ذرة هواء في جو أرضنا تعكس ضوء الشمس الواصل اليها ، وتقوم في  
نفس الوقت بمهمات تتجلى فيها أمور غاية في الشمور والدقة والتخطيط  
بحيث تظهر آثار علم وشمور أكثر بريقاً وجمالاً من الشمس •  
أمامنا طريقان لا غير :

أما ان نرى الشمس في كبد السماء ، وأما ان نحسب كل ذرة هواء  
وكل قطرة ماء ، وكل قطعة زجاج شمساً ...

أما ان نفر بوحداينة الخالق العظيم والقادر ، أو ان نسيغ صفة  
الذرية الى كل ذرة من ذرات الكون البالغ عددها  $10^{40}$  ذرة أو ربما  
أكثر بكثير •



## كلمة اخيرة

### جنون ام علم ؟

عند اكتشاف ظاهرة الاشعاع ظهر أول تصدع كبير حول المفيدة العلمية التي أسست ديكتاتوريتها طيلة القرن التاسع في الأوساط العلمية والقائلة ؟ أن «المادة لا تضيء» . وقد شغلت ظاهرة الاشعاع الأذهان رديحاً من الزمن ، إذ كان يبدو غريباً جداً أن تحلل الأجسام المشعة وهي في حالتها الطبيعية ودون أي تدخل خارجي ، وتفقد جزءاً من مادتها مسن جهة ، وإن نتج في نفس الوقت ومن المدم طاقة معينة .

وأخيراً كان من نصيب آنتاين حل هذا اللغز في أوائل القرن العشرين . فالنظرية النسبية لآنتاين التي فتحت أمام العلم آفاقاً جديدة كانت تعطى تعريفاً جديداً للمادة . فحسب هذا التعريف ؛ فإن المسادة ليست إلا شكلاً كميّاً جداً من الطاقة .

عبر آنتاين عن رأيه هذا رياضياً بالمعادلة التالية :

$$E = mc^2 \quad (1)$$

(1) سرعة الضوء =  $c$  الكتلة =  $m$  الطاقة =  $E$

( لترجم )

فحسب هذه المعادلة ؛ فإن مقدار الطاقة التي تكون وتؤلف أي جسم يساوي حاصل ضرب كتلته في مربع سرعة الضوء .  
ومع ان معادلة اثنتان هذه مرت بتجارب عديدة جداً ، الا انها اثبتت صحتها .

لنطبق هذه المعادلة على جسم وزنه غرام واحد ، فإذا قمنا بضرب هذا الرقم في مربع سرعة الضوء حصلنا على رقم قريب من (٢٥) مليون كيلو واط/ساعة . ولنمبر عن هذا بشكل آخر :

لنفرض أننا استطعنا أفناء وتحويل غرام واحد من المادة تماماً الى طاقة فانا نستطيع بهذه الطاقة أضواء مصباح قدرته ١٠٠ واط مدة (٣٠٠٠) سنة بصورة متواصلة ودون انقطاع . ولا نستطيع الحصول على نفس هذا المقدار من الطاقة الا بحرق (٢٠٠٠) طن من النفط .

والحقيقة انه اعتباراً من حرق منتجات البترول الى استهلاكنا لطاقة الجسدية أثناء انجازنا أعمالنا اليومية ، فان كل أنواع الطاقة ليست الا نتيجة فناء جزء من المادة . ولكن مقدار المادة المتحولة الى طاقة يكون ضئيلاً جداً في الظروف الاعتيادية ، وحتى في فرن ذري هائل عملاق مثل الشمس ، فان مقدار الهيدروجين المتحول الى طاقة يبلغ (٤) ملايين طن فقط من (٦١٦) طن . وان جزءاً ضئيلاً جداً من هذه الطاقة يصلنا ويديم انجاة على سطح كوكبنا .

وحالياً يبحث آلاف من علماء الفيزياء في المادة نزولاً الى الذرة ثم الى جسيماتها الأصغر فالأصغر وإلى الكواركات ، لكي يتوصلوا الى فهم المحطة الأخيرة التي تنزل اليها المادة ، وعلى أية حال فان من المعلوم منذ بداية القرن العشرين ؛ ان هذه المحطة الأخيرة ليست الا ( الطاقة

**Energy** )وهي مفهوم لا مادي • لذا فإن من الواضح ان النقاش السابق الدائر حول ما اذا كانت المادة تغني أم لا ، أو عما اذا كانت المادة أزلية أم لا ... مثل هذا النقاش أصبح الآن لا يحل أي معنى ، فالقوة التي نطلق عليها اسم :الطاقة، والتي لا نعرف عن ماهيتها حتى الآن شيئاً ، لو لم تكنب كثافة كبيرة مذهلة لما كانت هناك الذرة ، ولما كان هناك الكون الذي نعيش فيه •

والحقيقة ان تعريفنا لا يعتبر كاملاً ان اقتصرنا على القول بان :  
• المادة هي الشكل الكثيف للطاقة • • لأن من الواضح ؛ ان عملية تكاثف الطاقة وتحولها الى مادة لم تتم عشوائياً بل ضمن حساب في غاية النضبط والدقة والقصد • فمذ الصفحات الأولى من كتابنا هذا نحاول ان نشرح الحسابات التي لا تسما الأرقام ، والمهمات التي لا يسما خيالنا من المهمات التي تقوم بها ذرة صغيرة • ونفس هذه الطاقة عندما تستعمل باشكال مختلفة ، فانها تظهر تجليات مختلفة لا نهاية لها ، اعتباراً من ذرة الهيدروجين الى الجزئيات الحيوية التي تحتوي على الآلاف من الذرات • وعند تصير وتنظيم الفعاليات الجارية داخل نفس الذرة باشكال مختلفة فانها سرعان ما ترجع وتحول الى طاقة في أشكال مختلفة اعتباراً من أشعة كاما الى الموجات الراديوية التي تملك كل واحدة منها خواصاً مختلفة ومهارات مختلفة ... أليس هذا شيئاً رائماً ومذهلاً؟! ولا تسوا أبداً ان ذرات الهيدروجين الموجودة في الماء العذب الذي نطفئ به ظمأنا ، لا تختلف أبداً عن ذرات الهيدروجين الموجودة في مركز الشمس • فذرة مينة عندما تكون في الشمس تكون مصدراً للنور وللحياة لأرضنا ، وعندما تدخل في أوعيتنا الدموية ، نراها تصلح لبناء كريات الدم الحمراء التي هي أفضل ناقلة للأوكسجين ، وعندما تكون داخل

بذرة العنب فانها تكون جزءاً من أفضل وأكمل معمل من معامل صنع الحلويات في العالم ، وعندما تأخذ مكانها في يؤبؤ أعيننا فانها تأخذ على عاتقها ابقاء وظيفتها في أفضل جهاز تصوير في العالم .

وهذه الذرة نفسها عندما تكون ذرة هواء فانها تبدو وكأنها موطفة بدالة تعرف جميع لغات العالم ، فهي تنقل كل كلام يصدر من شفاهها دون أي خلل أو أي قصور وبصوت صاحبه ، وتنقل في الحال كل أنواع البث الأذاعي والتلفزيوني والراداري واللاسلكي الى أماكنها دون ان يختلط أحدهما بالآخر ، وتقوم في الوقت نفسه بوظائف عديدة أخرى كتنقل الضوء والحرارة دون أي قصور أو تلكؤ .

ومن هذه الذرة نفسها تصدر طاقة من خلال لهيب الفحم المحترق في مدفأتنا لتدفئ منازلنا . وتكون ضوءاً في الشمس لتثير أرضنا ، وفي النجوم والقمر تصبح قناديلاً تؤنس ليالينا ، وتكون أشعة فوق البنفسجية لتساعد محبترات أجسادنا في القيام بفعاليتها . أو تكون أشعة كاما ، أو أشعة أكس فتكشف أمام أنظارنا الموالم التي ما كان باستطاعتنا رؤيتها ، أو تتجلى في أمواج راديوية تنقل لنا الأخبار من أقاصي الدنيا ومن أقاصي الكون ، فاذا لم تكن هذه أثاراً من آثار صاحب قدرة وعلم لا نهائين ، الذي أحاط بكل شيء علماً ، اعتباراً من الانسان الى الكون الهائل ، والذي خلق كل شيء والذي يعرف ؛ حاجة كل شيء ، وكل مخلوق ، والذي وضع التدابير اللازمة لمواجهة هذه الحاجات في علبه بحجم ذرة صغيرة ... اذا لم تكن كذلك فتدبير وأثر من هي اذن ؟!

نعم ان الطاقة متكاثفة في الذرة ، ولكن السؤال المهم هو : من الذي عرف ودبر كيف تتكاثف هذه الطاقة وبأي شكل ؟ وبأية قوى توازن وكيف ؟ ثم من يعرف وكيف سيكون تحول الذرة مرة أخرى الى الطاقة

وبأي مقياس وبأي شكل ؟ وكيف يستطيع من ثم يحط علماً بكل شيء .  
اعتباراً من أبعد زاوية في الكون الى جناح ذبابة ان يضع مثل هذا  
الحساب الدقيق للذرة ؟

ان أكثر المتحمين لفكرة توضيح ظهور كل شيء ( ومن ضمنه  
انفسهم ايضاً ) بالصدفة ؛ لا يستطيعون ولا يتجاسرون على الادعاء بان هذا  
الكتاب الصغير ظهر صدفة ، ليس هذا الكتاب فحسب بل اننا ننورد  
ادناه نسبة الاحتمال الموجودة لظهور عبارة واحدة أو جملة واحدة  
فقط ، كمبادرة شكير على لسان هاملت : ان تكون أو لا تكون ...  
تلك هي القضية To be or not to be , That is the Question .

قام الدكتور وليام بانن Dr. William Bennet من جامعة  
« يالا » بالاستماعة بحسابات الكمبيوتر التوصل الى نسبة الاحتمال  
للظهور مثل هذه الجملة فتوصل الى وجوب ان يقوم مليون × مليون ×  
مليون فرد بالضرب المستمر والعشوائي على أحرف آلات الطابعة  
الموضوعة أمامهم ولمدة تبلغ مليون × مليون × مليون مرة ضعف عمر  
الكون ... هذه هي نسبة الاحتمال .. فتأمل !!

اذن فان الدقة والحساب الرائعين الموجودين في الذرة وفي انكون  
الذين يدلان على كونهما نتيجة علم وتخطيط لا يمكن ان يكون أنراً  
من آثار الصدفة ، بل أنراً من آثار الخالق الذي أحاطت قدرته وعلمه  
بكل الكون وبكل شيء ، اذ ليس من الممكن ان تقسم ملك الكون  
وحاكيته على آلهة متعددة كما تصور اليونانيون القدماء ، ففي كل مكان  
نرى نفس المادة ، ونفس الطاقة ونفس القانون . ولهذا فان الذرة  
الواحدة أضافه الى تمييزها عن نفسها كوجود معين فانها تثير من جانب

آخر وبكل لسان في الكون الى الخالق والى وحدانيته . فكما ان كل حجارة من الاحجار التي تؤلف قبة «آيا صوفيا» (١) تشكل جزءاً من هذه القبة ، كذلك فان كل ذرة من الذرات تعتبر كوناً مصغراً . وكما لا نستطيع هذه الاحجار ان تخطط وان تجتمع معاً وفق هذا المخطط . كذلك ما كانت بقدرة الذرات ان تقوم بوضع الحسابات المقدمة للكون وان تشكل وتصنع كوننا وتصنع علنا الذي نعيش فيه .

عندما نقرأ شراً جيلاً ، فهل نقول : « مرحى لهذب الحروف ! كيف تجمعت بشكل جميل » ؟!

وهل نشق مائة حساب عندما نمطيك حل وحساب مضلة معقدة في ثانية واحدة ؟!

نستطيع ان نطلق على هذه الأمور اسم «الجنون» ولكن هناك من يطلق على شق المادة والانبهار بها صفة «العلم والعلمية» . ولكن المادة ليست حيية وحية ، فهي اما تقضى أمام عين محيها ، أو انها تقوم باغراقهم في واد وان كان بحجم ذرة صغيرة .

والحقيقة ان حال الذين يماندون في الاعتراف بالخالق حال عجيب . فهم في الوقت الذي لا تسخ عقولهم قبول فكرة خالق أزلي واحد ، فانهم يستطيعون - ويا للغرابة - الحديث عن أزلية مواد ملء هذا الكون الرحب . ومحاولة أخفاء وتستر هؤلاء خلف درع العلم ليست الا محاولات باتسة كمحاولة الفريق التثبت ولو بقشة .

وكما لا ينبغي ان نكتب على قطعة فحم كلمة «المس» ، كذلك لا

(١) كنيسة ضخمة مشهورة في استانبول حولها محمد الفاتح الى جامع عند فتح استانبول ، واصبحت متحفا في عهد الجمهورية التركية ولا تزال كذلك .

المترجم

ينفع ولا يجدي ان نضع كلمة «الحلم» على «الجهل» ، هذا علماً بأنه لا يحق للذين ينسبون الشعور والعقل والازلية للمادة ان يدعوا لأنفسهم أي حظ من العلم أو الفكر . إذ ألا يتألف هؤلاء من مجاميع الذرات والجزيئات ؟ إذن كيف يحق للذين يفسرون أجسادهم بالذرات ان يتدوا ويفخروا بعقولهم ويترفوا بها ؟ والاغرب من ذلك ؛ كيف ينسب للذرات التي تحمل بنفس النظام والدقة في جميع أنحاء الكون ان تشكل مرة بصورة آنتاين القاتل : . ان الله لا يلعب بالترد في الكون . . وان تشكل مرة أخرى وتأخذ صورة نماريد<sup>(١)</sup> الفلسفة المادية ؟ كيف ينسب ذلك لنفس الذرات ؟

هناك نقطة أخرى تجلب النظر في هذه الجولة التي تجولناها داخل الذرة :

ان جميع الفعاليات الجارية اعتباراً من أصغر تغير في داخل نواة الذرة الى التفاعلات والحوادث الجارية في النجوم العملاقة ، . . . . . تتم بأدق ميزان الى درجة انه لا يحدث أي أسراف في أي وقت أبداً حتى لجزء من تريليون جزء من الغرام الواحد للمادة ، بل تحول الى أنواع مختلفة من الطاقة حسب الحاجة والظروف المختلفة ، اذ لا بد من التأمل والاشارة الى ان القدرة الألهية اللانهائية التي تسير مئات المليارات من النجوم في شكل مجرات هائلة لا تسمح أبداً لأي اسراف حتى ولو كان بمقياس (مايكرو « مايكرو » مايكرو « مايكرو غرام) . وليس من الجائز المرور على هذه المسألة مر الكرام ، أو الاعتقاد باننا ان وضعناها في صيغة معادلة فان المسألة تعتبر متفية . لأن المهم ليس مجرد التوصل الى وضع

(١) جمع نمرود .

( للترجم )

المعادلة ، بل المهم هو ؟ كيف تم أصلاً تنظيم قوانين الكون بهذه الصيغة ، وهذا يدل على القدرة اللانهائية للخالق ؟ واضح هذه القوانين .

اذن أليس من الغريب - والمستبعد - ان يكون الموت هو نهاية هذا الكون المتحول دائماً من شكل الى شكل ، ومن تحلل الى تجدد ، والذي لا مكان فيه على الإطلاق لأي أسراف حتى لاجزاء أجزء الذرة ؟ ان الخالق الحكيم الذي لا يدع مجالا لأي ضياع أو فناء في الكون ، حتى ولو كان جزءاً لجسيم ( اليون ( Pion ) والذي يبدل المادة من شكل الى شكل ويستخدمها في مواضع مختلفة لا تمد ولا تحصى ، ابتداء من ولادة الكون حتى الآن ... هذا الخالق الحكيم للكون لا يمكن ان يحكم في النهاية بالموت المطلق على صنعه وإثاره . بل الصحيح انه سيجعل الموت الذي ينتظر الكون بداية لحياة أخرى ، فكما يقوم بتحويل النيوترون الى البروتون ، فانه سيحول هذا الكون الى كون آخر ، وعلى غرار انبثاق نبتة جديدة من بذرة تحت التراب ، فان هذا الكون الذي سيختفي مدة تحت تراب الموت ، سينتق مرة أخرى وفي هيئة عالم الآخرة الباهر الجمال . فالذي خلق هذا الكون مرة لا يصعب عليه ان يخلقه مرة أخرى ، اذ يكفي ان يقول : كن ... فيكون .

يستطيع من يؤمن به ان يسلم أمره اليه ، وان يثق بوعده ، وان يعيش بكل سعادة في هذا الكون المسخر لخدمته ، كما يستطيع من لا يؤمن به العيش في رعب دائم من الموت ومن الفناء الرهيب فيحول حياته الى جحيم لا يطاق .

أليس حراً في حياته ؟



هذا الكتاب ترجمة الطبعة الثانية لكتاب (( ATOM )) لمؤلفه  
UMIT SHIMSHEK ومن منشورات يني آسيا ( YENI ASYE )  
في استانبول سنة ١٩٧٩ •

- الطبعة الاولى
- ١٤٠٦ هـ - ١٩٨٦ م
- حقوق الطبع محفوظة للمترجم
- مطبعة الحوادث - بغداد - جديد حسن باشا - هاتف ٤١٥٢٦٨٥

# السلسلة العامة المتميزة

## « أبحاث في ضوء العلم الحديث »

صدر منها :

- ١ - دارون ونظرية التطور :  
كتاب يشر النظرية ثم يردّها بأسلوب علمي
  - ٢ - الانسان ومعجزة الحياة :  
كتاب يبحث عن العالم العجيب لجسم الانسان ،  
والنظم الكمبيوترية المركزة فيه .
  - ٣ - في نظرية التطور :  
هل تعرضت لغسيل الدماغ ؟  
محاضرة علمية مصورة للعالم الامريكي  
البروفسور دوان ت . كيش .  
تقديم علمي ممتاز لنظرية التطور كتاب كل  
متقن .
  - ٤ - الانشجار الكبير  
او  
مولد الكون  
كتاب يبحث في اكثر المواضيع اثارة وتشويقا .  
عن خلق الكون وتشويهه .  
موضوع مهم :  
العلم والفلسفة والدين .
  - - اسرار اللذة :  
لكي تدرك كنه العالم وكنه الحياة فلا بد ان  
تدرك كنه اللذة .
- قريبا :
- مذكرات نحلة :
- اطلع على غرائز النحل المفهولة وعمل النظام  
العجيب لمجتمع النحل .  
انه عالم عجيب ... مذهل .

توزيع مكتبة نمرود

سعر الكتاب ١٠٠٠ ل.س.